

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**  
**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА**

## **ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ**

для иностранных студентов 1 курса  
дневной и заочной форм обучения направлений подготовки:  
6.050701 «Электротехника и электротехнологии»;  
6.050702 «Электромеханика»

Электротехнические материалы : учебное пособие по русскому языку для иностранных студентов 1 курса дневной и заочной форм обучения направлений подготовки: 6.050701 «Электротехника и электротехнологии»; 6.050702 «Электромеханика» / Л. Ф. Крутовая, И. Н. Золотарева, А. С. Пономарев и др.; Харьк. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 63 с.

Авторы: Л. Ф. Крутовая,  
И. Н. Золотарева  
А. С. Пономарев  
О. В. Хомякова  
Е. Д. Дьяков

Рецензент: канд. филол. наук, доцент Л. В. Шумейко

Рекомендовано кафедрой языковой подготовки, педагогики и психологии, протокол № 1 от 4 сентября 2013 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Занятие 1. Виды связи .....	4
Занятие 2. Классификация диэлектриков .....	6
Занятие 3. Поляризация диэлектриков .....	8
Занятие 4. Электропроводность металлов .....	10
Занятие 5. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков ..	13
Занятие 6. Пробой твердых диэлектриков .....	16
Занятие 7. Пробой жидких диэлектриков .....	19
Занятие 8. Керамические диэлектрические материалы .....	22
Занятие 9. Фарфор .....	24
Занятие 10. Обжиг .....	27
Занятие 11. Проводниковые материалы .....	29
Занятие 12. Сверхпроводники .....	32
Занятие 13. Полупроводниковые материалы .....	35
Занятие 14. Специальные ферромагнетики .....	39
Занятие 15. Магнитные материалы .....	41
Занятие 16. Магнитодиэлектрики .....	45
Занятие 17. Развитие разрядов в газах .....	48
Терминологический словарь .....	51
Литература .....	62

## Занятие 1 ВИДЫ СВЯЗИ

**Задание 1.** *Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.*

Ковалентная связь, ионная связь, валентный электрон, металлическая связь, металлоидный атом, сила притяжения, температура плавления, узел решетки.

**Задание 2.** *Сгруппируйте данные слова по признакам: а) близкие по значению; б) противоположные по значению.*

Расположить(ся), размещать(ся), отрицательный, высокий, пониженный, внешний, низкий, внутренний, возникать, образовывать(ся), свободный, появляться, связанный, повышенный, положительный.

**Задание 3.** *Образуйте имена существительные от следующих слов.*

Прочный, плавкий, электропроводный, теплопроводный, распределять, возникать, притягивать.

**Задание 4.** *Составьте словосочетания глагол + существительное.*

Характеризоваться (чем?)	прочность, температура плавления, связь
приводить (к чему?)	электропроводность, теплопроводность
размещаться (вокруг чего?)	электроны, ионы, металл

**Задание 5.** *Объясните разницу в значениях слов **металлический** и **металлоидный**. Составьте с ними словосочетания.*

**Задание 6.** *Выделите приставки и суффиксы и объясните, где это возможно, значение, которое придают аффиксы данным словам.*

Перераспределить, расположить, разместить, прочность, плавление.

**Задание 7.** *Образуйте причастия от следующих глаголов.*

Возникать, образовывать, повысить, расположить, размещать, происходить, обусловить, характеризовать, приводить.

**Задание 8.** *Замените глагольные словосочетания именными.*

Образовать атомы, перераспределить валентные электроны, расположить ионы, размещать свободные электроны.

**Задание 9.** *Замените данные словосочетания синонимичными.*

Возникающая связь, образованные атомы, повышенная прочность, расположенные ионы.

**Задание 10.** Сократите предложения, оставив в них лишь главную информацию.

1. Ковалентная связь наблюдается в молекулах, которые образованы в большинстве случаев с помощью металлоидных атомов.

2. Молекулярная связь может возникать между любыми элементарными частицами (ионами, атомами, молекулами).

**Задание 11.** Прочитайте текст. Будьте готовы ответить на вопросы.

## ВИДЫ СВЯЗИ

В зависимости от строения внешних электронных оболочек атомов могут образовываться различные виды связи.

Ковалентной называется связь атомов друг с другом, возникающая за счет общих электронов. Ковалентная связь наблюдается в молекулах, образуемых металлоидными атомами.

Ионная связь обусловлена силами притяжения между положительными и отрицательными ионами. Перераспределение валентных электронов при ионной связи происходит между атомами одной молекулы. Ионные связи существуют также у галоидных солей щелочных металлов. Твердые тела ионной структуры характеризуются повышенной механической прочностью и относительно высокой температурой плавления.

Металлическая связь типична для твердых кристаллических тел. В металлическом кристалле в узлах решетки расположены положительные ионы, вокруг которых размещаются свободные электроны. Наличие свободных электронов приводит к высокой электропроводности и теплопроводности металла.

Молекулярная связь существует у ряда веществ между молекулами с ковалентными внутримолекулярными связями. Она может возникать между любыми элементарными частицами (ионами, атомами, молекулами), но для многих кристаллов она мала по сравнению с другими более значительными силами.

**Задание 12.** Ответьте на следующие вопросы.

1. От чего зависит образование различных видов связи?
2. Какая связь называется ковалентной?
3. Где встречается ковалентная связь?
4. Чем обусловлена ионная связь?
5. Где происходит перераспределение валентных электронов при ионной связи?
6. Какие существуют виды связи в структуре вещества?

**Задание 13.** Повторите новые слова и словосочетания из данного текста. Воспроизведите прочитанный текст, используя эти слова.

## Занятие 2

### КЛАССИФИКАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ

**Задание 1.** *Определите по словарю значения терминов и терминологических выражений.*

Неполярные вещества, упаковка ионов, стекловидная фаза, решетка.

**Задание 2.** *Назовите суффиксы и определите значение, которое они придают следующим словам.*

Проводник, полупроводник магнетик, диэлектрик.

**Задание 3.** *Образуйте существительные от данных слов и сгруппируйте их по суффиксам.*

Перебросить, повесить, проводить, концентрировать, электропроводный, способный, пронизываемый, напряженный, поляризовать, существовать, воздействовать.

**Задание 4.** *Образуйте словосочетания глагол + существительное из данных слов.*

Характеризоваться (чем?)	качества
воздействовать (на что?)	вещества, наука
прилежать (к чему?)	зона, уровни
зависеть (от чего?)	напряженность

**Задание 5.** *Сгруппируйте данные слова по признаку противоположности значения.*

Заполненная (зона), повышение, свободная (зона), понижение, возрастать, убывать.

**Задание 6.** *Образуйте краткие причастия от следующих глаголов.*

Преодолеть, запрещать, приложить, заполнить, выражать.

**Задание 7.** *Составьте предложения, используя конструкцию **что подразделяют на что в зависимости от чего**.*

Вещества, электрические свойства, диамагнетики, ферромагнетики.

**Задание 8.** *Прочитайте микротекст. Назовите два условия, необходимые для определения диэлектрика.*

Диэлектрическими называются материалы, основным электрическим свойством которых является способность к поляризации и в которых возможно существование электростатического поля.

**Задание 9.** *Опираясь на текст, назовите свойство материала, которое является обязательным условием для определения проводника.*

Проводниковыми называются материалы, основным электрическим свойством которых является сильно выраженная по сравнению с другими материалами электропроводность.

**Задание 10.** *Опираясь на определение диэлектрика и проводника, дайте определение полупроводнику.*

**Задание 11.** *Сравните ваше определение полупроводника с приведенным ниже определением. Укажите еще одно свойство, характерное для полупроводниковых материалов.*

Полупроводниковыми называются материалы, которые являются по своей удельной проводимости промежуточными между проводниковыми и диэлектрическими материалами. Отличительным свойством этих материалов является сильная зависимость удельной проводимости от концентрации и вида примесей или других дефектов, а также в большинстве случаев от внешних энергетических воздействий (температуры, освещенности).

**Задание 12.** *Прочитайте определения диэлектриков, полупроводников и проводников, данные в соответствии с другой теорией. Чем отличаются эти определения от названных выше?*

## КЛАССИФИКАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ

В соответствии с зонной теорией твердых тел приведем еще одно определение проводника, диэлектрика и полупроводника.

Проводниками называются материалы, у которых заполненная электронами зона вплотную прилегает к зоне свободных энергетических уровней или даже перекрывает ее.

Диэлектриками называются материалы, у которых запрещенная зона настолько велика, что электронной электропроводности в обычных условиях не наблюдается.

Полупроводниками называются материалы с узкой запрещенной зоной, которая может быть преодолена за счет внешних энергетических воздействий. В проводнике электроны свободны и могут переходить с уровней заполненной зоны на незанятые уровни свободной зоны под влиянием слабой напряженности приложенного к проводнику электрического поля.

В полупроводнике для того чтобы возникла электронная электропроводность, необходимо создать электрическое поле, энергия которого была бы достаточна для перехода электронов через запрещенную зону.

С повышением температуры число свободных электронов в полупроводнике возрастает, а с понижением температуры – убывает вплоть до нуля.

По виду поляризации диэлектрики можно подразделить на несколько групп. К первой группе можно отнести диэлектрики, обладающие только элек-

тронной поляризацией, ко второй относятся диэлектрики, обладающие одновременно электронной и дипольно-релаксационной поляризациями. К ним относятся полярные органические, полужидкие и твердые вещества. Третью группу составляют твердые неорганические диэлектрики, среди которых можно выделить две подгруппы материалов: 1) диэлектрики с электронной и ионной поляризациями; 2) диэлектрики с электронной, ионной и релаксационными поляризациями. Четвертую группу составляют сегнетоэлектрики, характеризующиеся спонтанной, электронной, ионной и электронно-ионно-релаксационной поляризациями.

**Задание 13.** *Ответьте на вопросы.*

1. Какие диэлектрики относятся к I группе?
2. Чем характеризуются диэлектрики II группы?
3. На какие подгруппы делятся диэлектрики III группы?
4. Какие диэлектрики составляют IV группу?

### **Занятие 3**

## **ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ**

**Задание 1.** *Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.*

Поляризация диэлектриков, напряженность поля, заряд, электрическое смещение, насыщение, сегнетоэлектрик, относительная диэлектрическая проницаемость, конденсатор, напряжение, электрод, вакуум, исходное состояние.

**Задание 2.** *Прослушайте слова и словосочетания, повторите их и запишите.*

Электрическое напряжение, процесс поляризации, электрические заряды, снятие электрического поля, исходное состояние, линейная зависимость достигать насыщения, относительная диэлектрическая проницаемость.

**Задание 3.** *Запишите в сокращенном виде данные слова.*

Свойством, является, способностью, электрического, исходное состояние, действующих, изменением, называется, характеристика.

**Задание 4.** *Напишите фразовый диктант, употребляя сокращенную запись слов.*

Важнейшим свойством диэлектриков является способность их к поляризации под действием приложенного электрического напряжения. При снятии электрического поля заряды возвращаются в исходное состояние. Большинство диэлектриков характеризуется линейной зависимостью электрического смещения.



**Задание 5.** *Перескажите содержание записанного текста из задания 4.*

**Задание 6.** *Переделайте данные предложения в номинативные.*

1. Диэлектрики обладают способностью к поляризации.
2. Процесс поляризации представляет собой изменение расположения в пространстве частиц диэлектрика, имеющих электрические заряды.
3. Под влиянием электрического поля электрические заряды диэлектрика смещаются в направлении действующих на них сил.
4. Сегнетоэлектриками называются диэлектрики, в которых с изменением напряженности электрического поля смещения меняется нелинейно.

**Задание 7.** *Выразите мысли из задания 6 другими словами.*

**Задание 8.** *Прослушайте текст. Составьте номинативный план текста.*

### ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Важнейшим свойством диэлектриков является способность их к поляризации под действием приложенного электрического напряжения. Процесс поляризации представляет собой изменение расположения в пространстве частиц диэлектрика, имеющих электрические заряды. Под влиянием электрического поля связанные электрические заряды диэлектрика смещаются в направлении действующих на них сил и тем больше, чем выше напряженность поля. При снятии электрического поля заряды возвращаются в исходное состояние.

Большинство диэлектриков характеризуется линейной зависимостью электрического смещения от напряженности электрического поля, созданного в диэлектрике. Особую группу составляют диэлектрики, в которых с изменением электрического поля смещение меняется нелинейно, достигая насыщения при некоторых значениях напряженности. Такие диэлектрики называются сегнетоэлектриками. Важной характеристикой любого диэлектрика является его относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon_x$ , которая представляет собой отношение заряда  $Q$ , полученного при некотором напряжении на конденсаторе, содержащем данный диэлектрик, к заряду  $Q$ , который можно было бы получить в конденсаторе тех же размеров и при том же напряжении, если бы между электродами находился вакуум.

**Задание 9.** *Перескажите текст по составленному плану.*

**Задание 10.** *Напишите изложение прослушанного текста.*

## Занятие 4

### ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕТАЛЛОВ

**Задание 1.** *Определите по словарю значения незнакомых слов и запишите их.*

Электронный газ, кристаллическая ионная решетка, узел решетки, гипотеза, инерция, разность потенциалов, поперечное (продольное) магнитное поле.

**Задание 2.** *Определите значение сложных слов.*

Электропроводность, теплоёмкость.

**Задание 3.** *Прочитайте определения слов **выродиться** и **барьер**. Определите значения этих слов в данных контекстах.*

**Выродиться** (несов. **вырождаться**) – Ухудшиться в породе, потерять ценные свойства предков. – *Растение выродилось.*

*Квантовая механика полагает, что электронный газ в металлах при обычных температурах находится в состоянии вырождения.*

**Барьер** – 1. Перегородка, поставленная в качестве препятствия на пути. – *Взять барьер (перепрыгнуть через него).* 2. Вообще – преграда, препятствие для чего-нибудь. – *Звуковой барьер.*

*При нагреве металлов до высоких температур скорость теплового движения свободных электронов увеличивается и наиболее быстрые из них могут вылетать из металла, преодолевая силы потенциального барьера.*

**Задание 4.** *Разберите по составу выделенные слова.*

**Накопленная** энергия, **аналитическое** описание, **хаотическое** движение, **направленное** движение, **нагреваться** вследствие чего.

**Задание 5.** *Определите глаголы, от которых образованы выделенные существительные. Запишите видовые пары этих глаголов.*

**Столкновение** электронов, **потеря** энергии, **нагрев** металла, **смещение** газа, **отброс** указателя по шкале, **пропускание** тока, **проникновение** атомов, **преодоление** барьера, **искривление** траектории, **скрепление** посредством чего (с помощью чего).

**Задание 6.** *Определите отношения зависимости между предложениями (предложение, которое получает распространитель, – главное; предложение, расширяющее главное и зависящее от него, – придаточное).*

1. Твердый проводник в электронной теории металлов представляется в виде системы, состоящей из узлов кристаллической ионной решетки, внутри которой находится электронный газ из свободных электронов.

2. При исследовании поведения металлических проводников в магнитном поле установили, что вследствие искривления траектории электронов в металлической пластинке, помещенной в поперечное магнитное поле, появляется поперечная ЭДС и изменяется электрическое сопротивление проводника.

3. Представляя металл как систему, в которой положительные ионы скрепляются посредством свободно движущихся электронов, легко понять природу всех основных свойств металлов.

*Задание 7. Определите по названию текста его содержание (о предмете, процессе, свойстве).*

*Задание 8. Прочитайте текст про себя, выделите абзацы, в которых говорится: а) о положениях классической электронной теории металлов; б) об опытах, подтверждающих гипотезу об электронном газе в металлах; в) о позиции квантовой механики к вопросу об электронном газе.*

## ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Классическая электронная теория металлов представляет собой проводник в виде системы, состоящей из узлов кристаллической ионной решетки, внутри которой находится электронный газ из коллективизированных (свободных) электронов. В свободное состояние от каждого атома металла переходит от одного до двух электронов. К электронному газу применялись представления и законы статистики обычных газов. Рассматривая хаотическое (тепловое) и направленное под действием силы электрического поля движение электронов, получим выражение закона Ома. При столкновениях электронов с узлами кристаллической решетки энергия, накопленная при ускорении электронов в электрическом поле, передается металлической основе проводника, вследствие чего он нагревается. Рассмотрение этого процесса привело к выводу закона Джоуля-Ленца. Таким образом, электронная теория металлов дала возможность аналитически описать и объяснить найденные ранее экспериментальным путем основные законы электропроводности и потерь электрической энергии в металлах. Оказалось возможным также объяснить и связь между электропроводностью металлов.

Кроме того, ряд экспериментов подтвердил гипотезу об электронном газе в металлах:

1. При длительном пропускании электрического тока через цепь, состоящую из металлических проводников, не наблюдается проникновения атомов одного металла в другой.

2. При нагреве металла до высоких температур скорость теплового движения свободных электронов увеличивается и наиболее быстрые из них могут вытекать из металла, преодолевая силы поверхностного потенциального барьера.

3. В момент неожиданной остановки быстро двигавшегося проводника происходит смещение электронного газа по закону инерции в направлении движения. Смещение электронов приводит к появлению разности потенциалов на концах заторможенного проводника, что показывает подключенный к ним измерительный прибор.

4. Исследуя поведение металлических проводников в магнитном поле, установили, что вследствие искривления траектории электронов в металлической пластинке, помещенной в поперечное магнитное поле, появляется поперечная ЭДС и изменяется электрическое сопротивление проводника.

Однако появились и противоречия некоторых выводов теории с опытными данными. Они состояли в расхождении кривых температурной зависимости удельного сопротивления, наблюдаемой на опыте и вытекающей из положений теории; в несоответствии теоретически полученных значений теплоемкости металлов опытными данными. Наблюдаемая теплоемкость металлов меньше теоретической и такова, как будто электронный газ не поглощает тепла при нагреве металлического проводника.

Эти трудности удалось преодолеть, встав на позиции квантовой механики. В отличие от классической электронной теории квантовая механика полагает, что электронный газ в металлах при обычных температурах находится в состоянии вырождения. В этом состоянии энергия электронного газа почти не зависит от температуры, т.е. тепловое движение почти не изменяет энергию электронов. Поэтому теплота не затрачивается на нагрев электронного газа, что и обнаруживается при измерениях теплоемкости металлов. В состоянии, аналогичное обычным газам, электронный газ приходит при температурах порядка тысяч Кельвинов. Представляя металл как систему, в которой положительные ионы скрепляются посредством свободно движущихся электронов, легко понять природу всех основных свойств металлов: пластичности, ковкости, хорошей теплопроводности и высокой электропроводности.

**Задание 9.** Соедините части предложений так, чтобы полученное суждение соответствовало содержанию текста.

1. Рассматривая хаотическое (тепловое) и направленное под действием силы электрического поля движение электронов, получим выражение в ...

- а) законе Джоуля-Ленца
- б) законе Ома

2. Электронный газ в металлах при обычных температурах находится в состоянии вырождения – так считает ...

- а) классическая электронная теория
- б) квантовая механика

**Задание 10.** Повторите значения новых слов из текста.

**Задание 11.** Просмотрите второй раз текст и ответьте на следующие вопросы.

1. Что представляет собой твердый проводник?
2. Что дала возможность объяснить классическая электронная теория?
3. Какие опыты подтвердили гипотезу об электронном газе в металле?
4. В чем состояли противоречия некоторых выводов теории с опытными данными?

5. Как удалось преодолеть эти трудности?
6. Что облегчает понимание природы всех свойств металлов?

**Задание 12.** Выделите главную информацию каждого абзаца. Самостоятельно подготовьтесь к контрольным вопросам к тексту.

**Задание 13.** Опишите физическую сущность процесса электропроводности в металлах.

## Занятие 5

### ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

**Задание 1.** Определите по словарю значения следующих терминов и терминологических выражений.

Проводимость, адсорбированная пленка, адсорбция, относительная влажность, удельная поверхностная проводимость, удельное поверхностное сопротивление.

**Задание 2.** Прослушайте слова и словосочетания, повторите их и запишите сокращенно.

Удельная проводимость, поверхностная электропроводность, адсорбция, относительная влажность, полярность вещества, понижение удельного поверхностного сопротивления, объемно-пористые материалы.

**Задание 3.** Прослушайте предложения, повторите их по принципу 1+2+3 и запишите.

1. Вода отличается значительной проводимостью.
2. Поверхностную электропроводность рассматривают как свойство самого диэлектрика.
3. Относительная влажность является важнейшим фактором для определения удельной поверхностной проводимости диэлектрика.
4. Низкие значения удельного поверхностного сопротивления имеют объемнопористые материалы.

**Задание 4.** Прослушайте словосочетания и измените их по образцу.

**Образец:** имеющий значение – иметь значение.

Определяющий фактор, превышающий норму, характеризующий показатель, уменьшающий значение, растворяющий жидкость.

**Задание 5.** Прослушайте следующие глаголы. Образуйте от них существительные и запишите.

**Образец:** употреблять – употребление.

Рассмотреть, определить, перенести, различить, обобщить, присутствовать, проводить, обладать, применять, образовывать, поглощать.

**Задание 6.** Прослушайте следующие глаголы. Образуйте от них действительные причастия настоящего времени.

**Образец:** рассматривать – рассматривающий.

Изучать, определять, образовывать, анализировать, выражать, называть, применять.

**Задание 7.** Прослушайте предложения. Выразите их содержание по-другому и запишите.

1. Вода отличается значительной удельной проводимостью.
2. Поверхностная электропроводность обусловлена присутствием влаги на поверхности диэлектрика.
3. Адсорбция влаги диэлектрика находится в зависимости от относительной влажности окружающей среды.

**Задание 8.** Прослушайте предложения. Замените причастные обороты придаточными предложениями и запишите их.

1. На поверхности диэлектрика можно обнаружить проводимость, определяемую толщиной слоя влаги.
2. Относительная влажность является фактором, определяющим значение удельной проводимости диэлектрика.
3. Полярные диэлектрики характеризуются значениями, уменьшающимися во влажной среде.
4. К поверхности полярных диэлектриков прилипают загрязнения, приводящие к снижению  $R_s$ .

**Задание 9.** Прослушайте данные предложения и скажите, на какие вопросы они отвечают.

1. Наиболее высокими значениями удельного поверхностного сопротивления обладают неполярные диэлектрики, поверхность которых не смачивается водой.
2. Полярные диэлектрики характеризуются более низкими значениями  $R_s$ .
3. Процесс поглощения влаги материалом стимулирует образование поверхностных пленок воды.

**Задание 10.** *Прослушайте текст. Будьте готовы ответить на вопросы к нему.*

## ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Поверхностная электропроводность обусловлена присутствием влаги или других загрязнений на поверхности диэлектрика. Вода отличается значительной удельной проводимостью. Достаточно тончайшего слоя влаги на поверхности диэлектрика, чтобы была обнаружена заметная проводимость, определяемая в основном толщиной этого слоя. Однако, поскольку сопротивление адсорбированной пленки влаги связано с природой материала, на поверхности которого она находится, поверхностную электропроводность обычно рассматривают как свойство самого диэлектрика.

Адсорбция влаги на поверхности диэлектрика находится в тесной зависимости от относительной влажности окружающей среды. Поэтому относительная влажность является важнейшим фактором, определяющим значение удельной поверхностной проводимости диэлектрика. Особенно резкое уменьшение удельного поверхностного сопротивления наблюдается при относительной влажности, превышающей 70-80%.

Удельная поверхностная проводимость тем ниже, чем меньше полярность вещества, чем чище поверхность диэлектрика и чем лучше она отполирована. Наиболее высокими значениями удельного поверхностного сопротивления обладают неполярные диэлектрики, поверхность которых не смачивается водой. Полярные диэлектрики характеризуются более низкими значениями, заметно уменьшающимися во влажной среде. Особенно резкое понижение удельного поверхностного сопротивления можно наблюдать у полярных диэлектриков, частично растворимых в воде, у которых на поверхности образуется пленка электролита. Кроме того, к поверхности полярных диэлектриков легко прилипают различные загрязнения, также приводящие к снижению  $R_s$ .

Низкие значения удельного поверхностного сопротивления имеют и объемно-пористые материалы, так как процесс поглощения влаги толщей материала стимулирует также и образование поверхностных пленок воды.

**Задание 11.** *Ответьте на вопросы.*

1. Чем вызвана поверхностная электропроводность диэлектрика?
2. От чего зависит адсорбция влаги диэлектрика?
3. В какой зависимости находится удельная поверхностная проводимость от поверхности диэлектрика?
4. Что влияет на понижение  $R_s$  у полярных диэлектриков?

**Задание 12.** *Составьте номинативный план текста.*

**Задание 13.** *Перескажите текст по составленному плану.*

**Задание 14.** *Запишите основное содержание фрагмента лекции.*

**Задание 15.** Самостоятельно подготовьтесь к контролю по курсу. Опишите физическую сущность процесса электропроводности в твердых диэлектриках. Укажите факторы, которые влияют на поверхностную и объемную электропроводность. Приведите определения удельных сопротивлений – объемного и поверхностного. Опишите методы, которые используются для измерения сопротивления резисторов.

## Занятие 6 ПРОБОЙ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

**Задание 1.** Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.

Ударная ионизация, тепловая энергия, диэлектрические потери, равновесие, полярный диэлектрик, электропроводность, тепловая деструкция, тепловой эффект, восстановление.

**Задание 2.** От данных прилагательных образуйте существительные.

Однородный, ударный, прочный, твердый, толстый, полярный, относительный.

**Задание 3.** Составьте словосочетания с данными глаголами и существительными.

Выбить	поток электронов
зависеть	температура
отличаться	неоднородное поле
	толщина образца

**Задание 4.** Замените глагольные словосочетания именными.

Зависеть от толщины образца, увеличивать скорость, снижать прочность, превысить количество теплоты, вызывать необратимые изменения.

**Задание 5.** Образуйте существительные от данных глаголов.

Расплавить, обугливать, протекать, включить, снижать.

**Задание 6.** Замените данные предложения синонимичными, введя деепричастные обороты.

По мере увеличения толщины диэлектрика усиливается неоднородность его структуры.

По мере изменения толщины диэлектрика снижается электрическая прочность в электрическом поле.



**Задание 7.** Замените причастные обороты придаточными предложениями.

В однородном поле электрическая прочность твердых диэлектриков не зависит от толщины образца в пределах 0,05-0,5 мм. Пробивные напряжения для неоднородных диэлектриков, находящихся во внешнем однородном или неоднородном поле, невысоки. Электрохимический пробой происходит при ионизации газа, сопровождающейся тепловым эффектом.

**Задание 8.** Сократите предложения, оставив только главную информацию.

1. Электрический пробой протекает очень быстро, причем он не обусловлен тепловой энергией, хотя электрическая прочность при электрическом пробое в некоторой степени зависит от температуры.

2. Пробивные напряжения для неоднородных диэлектриков, находящихся во внешнем однородном или неоднородном поле, невысоки и мало отличаются друг от друга.

**Задание 9.** Сформулируйте вопросы, ответами на которые могли бы быть следующие утверждения.

1. Под действием электрического поля электроны увеличивают свою скорость, и когда она достигнет критического значения, электрон способен выбить новые электроны, т.е. возникает ударная ионизация.

2. По мере увеличения толщины диэлектрика усиливается неоднородность структуры, возрастает число газовых включений и соответственно снижается электрическая прочность как в однородном, так и в неоднородном электрических полях.

**Задание 10.** Прочитайте текст. Приготовьтесь ответить на вопрос: какие существуют виды пробоев твердых диэлектриков.

## ПРОБОЙ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Для твердых диэлектриков характерны следующие виды пробоя: электрический пробой макроскопических однородных диэлектриков; электрический пробой неоднородных диэлектриков; электротепловой пробой; электрохимический пробой.

В зависимости от различных факторов в одном и том же диэлектрике могут возникнуть указанные выше виды пробоя.

*Электрический пробой макроскопических однородных диэлектриков.* По своей природе электрический пробой является электронным процессом, когда из немногих начальных электронов в твердом теле создается электронная лавина. Под действием электрического поля электроны увеличивают свою скорость, и когда она достигнет критического значения, электрон способен выбить новые электроны, т.е. возникает ударная ионизация. Этот вид пробоя протекает очень быстро, причем он не обусловлен тепловой энергией, хотя электрическая прочность при электрическом пробое в некоторой степени зависит от температуры.

*Электрический пробой неоднородных диэлектриков.* Пробивные напряжения для неоднородных диэлектриков, находящихся во внешнем однородном или неоднородном поле невысоки и мало отличаются друг от друга.

Принято считать, что в однородном поле электрическая прочность стекол, фарфора и других твердых диэлектриков не зависит от толщины образца. Однако данное заключение справедливо лишь для образцов, толщина которых находится в пределах 0,05-0,5 мм. По мере увеличения толщины диэлектрика усиливается неоднородность структуры, возрастает число газовых включений и соответственно снижается электрическая прочность как в однородном, так и в неоднородном электрических полях.

*Тепловой пробой* твердых диэлектриков наступает тогда, когда количество теплоты, которое выделяется в диэлектрике вследствие диэлектрических потерь, устойчиво превышает количество теплоты, которое диэлектрик способен передать в окружающую среду, т.е. когда будет нарушено равновесие между образующейся и отводимой теплотой.

Рассмотрим условия возникновения теплового пробоя на примере полярного диэлектрика, в котором проявляются только диэлектрические потери, связанные с электропроводностью.

Если диэлектрик работает в режиме, когда теплоты постоянно возникает больше, чем он может отвести, то его температура постепенно повышается, пока не наступит тепловая деструкция (расплавление, обугливание и т.п.).

*Электрохимический пробой* наступает тогда, когда электрическое поле вызывает необратимые химические изменения электромагнитного материала. Он проявляется, как правило, при воздействии электрического поля неизменного направления и связанного с этим электролиза. При высоких частотах электрохимический пробой происходит, если в закрытых порах материала происходит ионизация газа, сопровождающаяся тепловым эффектом и восстановлением.

**Задание 11.** Назовите виды пробоев твердых диэлектриков.

**Задание 12.** Повторите новые слова и словосочетания из прочитанного вами текста. Употребите их в рассказе о пробое:

- а) микроскопически однородных диэлектриков;
- б) неоднородных диэлектриков;
- в) твердых диэлектриков.

**Задание 13.** Воспроизведите текст, рассказав об электрическом пробое однородных и неоднородных диэлектриков.

**Задание 14.** Самостоятельно подготовьтесь к контролю по тексту. Перечислите основные виды пробоя диэлектриков и дайте их краткую характеристику. Укажите основные закономерности развития процесса пробоя твердых диэлектриков. Опишите закономерности развития электротеплового пробоя и приведите примеры диэлектриков, в которых возможен данный вид пробоя.

## Занятие 7

### ПРОБОЙ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

**Задание 1.** Определите по словарю значение терминов и терминологических выражений.

Эллипсоид, диссоциация, статическое состояние, дипольная жидкость.

**Задание 2.** Прочитайте прилагательные со значением формы. Назовите существительные, от которых образованы эти прилагательные.

Эллипсообразный, шарообразный, каплевидный, сетевидный, ромбовидный.

**Задание 3.** Составьте словосочетания с данными глаголами, используя слова справа.

Обладать	высокая электрическая прочность
обусловить	длина пробега (свободного) электрона
применить	теория электрического пробоя
очистить	примесь
зависеть	наличие загрязнений

**Задание 4.** Прочитайте предложения, в которых описывается форма предметов. Опишите эту форму другими способами по образцу.

**Образец:** Клеточное ядро обычно шарообразное. – Клеточное ядро обычно имеет форму шара. – Клеточное ядро обычно шарообразной формы. – Клеточное ядро по форме обычно похоже на шар. – Клеточное ядро по форме обычно напоминает шар.

1. Вода в виде капелек обычно снижает  $E_{пр}$  трансформаторного масла.
2. Капли воды приобретают форму эллипсоидов.

**Задание 5.** Замените данные конструкции синонимичными, употребив причастные обороты вместо придаточных предложений.

1. Вода в виде отдельных мелких капелек, находящихся в трансформаторном масле, при нормальной температуре значительно снижает  $E_{пр}$ .
2. Теорию электрического пробоя, рассмотренную для газов, можно применить и для жидких диэлектриков.

**Задание 6.** Подберите антонимы к следующим словам.

Максимально, существенно, увеличение, мелкий, снижать, притягиваться.

**Задание 7.** Подберите из текста существительные к данным прилагательным.

Нормальная, жидкий, дипольная, свободный, высокая, электрическая, статическое.

**Задание 8.** Укажите глаголы, от которых образованы следующие причастия.

Рассмотренный, очищенный, находящийся, направленный, приобретаемый.

**Задание 9.** Сгруппируйте данные слова по словообразовательному признаку.

Способность, влияние, уменьшение, перемешивание, однородность, проводимость, жидкость, примесь, пробой, пробег.

**Задание 10.** Замените глагольные словосочетания именными.

Приобретать форму, применять теорию, обладать прочностью, снижать напряжение.

**Задание 11.** Прочитайте текст. Будьте готовы ответить на вопрос: какие условия влияют на пробой жидких диэлектриков.

### ПРОБОЙ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

В нормальных условиях жидкие диэлектрики обладают более высокой электрической прочностью, чем газы, что обусловлено значительно меньшей длиной свободного пробега электрона. Теорию электрического пробоя, рассмотренную нами для газов, можно применить и для жидких диэлектриков при условии, что они будут максимально очищены от примесей. Электрическая прочность  $E_{пр}$  технически жидких диэлектриков существенно зависит от наличия загрязнений, уменьшаясь по мере увеличения полярности жидкости и соответствующего возрастания ее диссоциирующей способности. Вода в виде отдельных мелких капелек, находящихся в трансформаторном масле, при нормальной температуре значительно снижает  $E_{пр}$ .

Под влиянием поля капельки воды (сильно дипольной жидкости) поляризуются, приобретают форму эллипсоидов и, притягиваясь между собой разноименными концами, создают между электродами цепочки с повышенной проводимостью, по которым и происходит электрический пробой.

На пробой жидких диэлектриков влияет форма электродов: с увеличением степени неоднородности электрического поля при прочих равных условиях пробивное напряжение жидкого диэлектрика уменьшается. При перемешивании жидкого диэлектрика его  $E_{пр}$ , как правило, ниже, чем в статическом состоянии. Однако при направленном потоке жидкости между электродами ее  $E_{пр}$  выше, чем в тех же условиях, но при отсутствии движения.

**Задание 12.** Найдите фрагменты текста, выражающие:

- 1) зависимость электрической прочности жидких диэлектриков от определенных условий;
- 2) поляризацию капелек воды;
- 3) влияние формы электродов на пробой жидких диэлектриков.

**Задание 13.** Ответьте на вопросы, выбрав нужный вариант справа.

- |   |   |
|---|---|
| 1. При каких условиях жидкие диэлектрики обладают более высокой электрической прочностью по сравнению с газами? | а) при большом напряжении;<br>б) при малом сопротивлении;<br>в) при условии меньшей длины свободного пробега электрона                  |
| 2. При каком условии можно применить теорию электрического пробоя для жидких диэлектриков?                      | а) при условии» если жидкости будут очищены от примесей;<br>б) при условии ударной ионизации;<br>в) при условии электрической прочности |
| 3. От чего зависит электрическая прочность технических жидких диэлектриков?                                     | а) от наличия загрязнений;<br>б) от увеличения полярности жидкости;<br>в) от возрастания диссоциирующей способности                     |
| 4. Как происходит электрический пробой жидких диэлектриков?   | а) капельки воды поляризуются;<br>б) капельки воды создают цепочки;<br>в) по цепочкам происходит электрический пробой                   |
| 5. Что влияет на пробой жидких диэлектриков?  | а) форма электродов;<br>б) увеличение степени неоднородности электрического поля;<br>в) пробивное напряжение жидкого диэлектрика        |

**Задание 14.** Повторите новые слова, с которыми вы встретились в тексте. Употребите их в рассказе о пробое жидких диэлектриков.

**Задание 15.** Запишите кратко новую информацию.

## Занятие 8

### КЕРАМИЧЕСКИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

***Задание 1.** Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.*

Обжиг, керамическая масса, формоваться, механическая прочность, полупроводниковые материалы, магнитные материалы, электроизоляционные материалы, сегнетоэлектрические материалы, нагревостойкость, остаточная деформация, металлизация керамики, спайка, герметизирование конструкции.

***Задание 2.** Прослушайте словосочетания, повторите их и запишите сокращенно.*

Керамические материалы, неорганические материалы, подвергать обжигу, проходить сложные физико-химические процессы, пластичная масса, область применения, электроизоляционные и сегнетоэлектрические материалы, диэлектрические потери, тепловое старение, продолжительное приложение механической нагрузки, осуществление спайки.

***Задание 3.** Прослушайте предложения, повторите их по принципу 1+2+3 и запишите.*

1. Керамические материалы разнообразны по свойствам и области применения.

2. В электротехнике керамические материалы используют в качестве полупроводниковых и магнитных.

3. Многие керамические электроизоляционные материалы имеют высокую механическую прочность.

***Задание 4.** Прослушайте словосочетания и измените их по образцу.*

**Образец:** изготавливающий изделие – изготавливать изделие.

Подвергающий обжигу, приобретающий свойства, изготавливающий глиняные изделия, использующий глиняную массу.

***Задание 5.** Прослушайте следующие глаголы, повторите, образуйте от них существительные и запишите.*

Обжигать, приобретать, применять, изготавливать, стареть, приложить, обеспечивать, создать.

***Задание 6.** Прослушайте следующие глаголы, повторите, образуйте от них действительные причастия настоящего времени и запишите.*

Подвергать, происходить, приобретать, образовывать, появляться, использоваться, иметь, осуществлять.

**Задание 7.** *Прослушайте предложения, выразите их содержание по-другому и запишите.*

1. Керамическими материалами называют неорганические материалы, из которых могут быть изготовлены изделия той или иной формы,
2. Ранее керамические материалы изготавливались на основе глины, образующей пластическую массу.
3. Многие керамические электроизоляционные материалы имеют значительную нагревостойкость.

**Задание 8.** *Запишите фразовый диктант. Устно сократите данные предложения, оставив в них только основную информацию.*

1. Металлизация керамики (обычно нанесением серебра методом вжигания) обеспечивает возможность осуществления спайки с металлом.
2. По сравнению с органическими электроизоляционными материалами керамика, как правило, более стойка к диэлектрическому и тепловому старению, не дает остаточных деформаций при продолжительном приложении к ней механической нагрузки.

**Задание 9.** *Прослушайте текст. Составьте план в форме вопросов.*

## КЕРАМИЧЕСКИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Керамическими материалами (керамикой) называют неорганические материалы, из которых могут быть изготовлены изделия той или иной формы, подвергаемые в дальнейшем обжигу при высокой температуре. В результате обжига в керамической массе происходят сложные физико-химические процессы, благодаря которым готовое (обожженное) изделие приобретает нужные свойства. Ранее керамические материалы изготавливались на основе глины, образующей в смеси с водой пластичную, способную формоваться массу, а после обжига приобретать значительную механическую прочность. Впоследствии появились и другие виды керамических материалов, в состав которых глина входит лишь в очень малом количестве или же совсем не входит.

Керамические материалы могут быть весьма разнообразны по свойствам и области применения. В электротехнике используют керамические материалы в качестве полупроводниковых, магнитных. Чрезвычайно большое значение имеют керамические диэлектрические, в частности электроизоляционные, а также сегнетоэлектрические и некоторые другие специальные керамические материалы. Многие керамические электроизоляционные материалы имеют высокую механическую прочность, очень малый угол диэлектрических потерь, значительную нагревостойкость и другие ценные свойства. По сравнению с органическими электроизоляционными материалами керамика, как правило, более стойка к электрическому и тепловому старению, не дает остаточных деформаций при продолжительном приложении к ней механической нагрузки, Металлизация керамики (обычно нанесением серебра методом вжигания) обес-

печивает возможность осуществления спайки с металлом, что имеет особое значение для создания герметизированных конструкций.

*Задание 10. Расскажите текст сжато.*

*Задание 11. Прослушайте текст второй раз и дополните информацию.*

*Задание 12. Распределите и запишите фразы, передающие основную информацию по степени их важности в содержании текста.*

*Задание 13. Расскажите текст, пользуясь составленным планом. Используйте в рассказе новые слова и дополнительную информацию.*

*Задание 14. Дайте оценку информации, изложенной в лекции. При оценке используйте следующие предложения: мне кажется, я думаю, по моему мнению, возможно, что и т.п.*

*Задание 15. Напишите изложение текста по составленному плану.*

## **Занятие 9 ФАРФОР**

*Задание 1. Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.*

Изоляторное производство, каолин, огнеупорная глина, полевой шпат, кварц, примесь, консистенция, обточка, прессовка, отливка, конфигурация, глазуровка, глазурь, водная суспензия, цех.

*Задание 2. Прослушайте слова и словосочетания, повторите их и запишите сокращенно.*

Развитие электротехники, изоляторное производство, изготовление фарфора, очистка от примесей, пластичные глины, сущность технологического процесса, измельчение и перемешивание составных частей.

*Задание 3. Прослушайте словосочетания, измените их по образцу и запишите.*

**Образец:** использующий сырье – использовать сырье.

Изготавливающий форму, применяющий специальную глину, расплавляющий поверхность, отформовывающий изделия, наносящий слой, образующий поры.



**Задание 4.** *Прослушайте предложения, повторите их по принципу 1+2+3 и запишите.*

1. Фарфор является одним из основных материалов изоляторного производства.
2. Для изготовления фарфора применяют специальные сорта глин и минералы.
3. При обжиге глазурь расплавляется и покрывает поверхность фарфора гладким блестящим слоем.
4. Глазурь защищает фарфор от проникновения влаги.

**Задание 5.** *Прослушайте глаголы, образуйте от них существительные и запишите их.*

Измельчать, перемешивать, готовить, обтачивать, прессовать, отливать, сушить, выдавливать, обжигать, защищать, улучшать, перекрывать, разрушать.

**Задание 6.** *Прослушайте глаголы, образуйте от них причастия (действительные или страдательные).*

Измельчать, готовить, перемешать, обточить, защитить, повышать, размягчить.

**Задание 7.** *Прослушайте предложения, выразите их содержание по-другому и запишите.*

1. Сущность технологического процесса изготовления фарфора сводится к очистке от примесей составных частей, измельчению и перемешиванию в однородную массу.
2. Глазурь делает лучшим внешний вид фарфора.
3. Глазурь позволяет придавать фарфоровым изделиям окраску в нужный цвет.
4. Глазурь способствует повышению механической прочности фарфоровых изделий.

**Задание 8.** *Сократите предложения, оставив только основную информацию. Запишите ее.*

1. С самого начала развития электротехники фарфор широко использовался как электроизоляционный материал.
2. Фарфоровые изделия получают различными способами: обточкой, прессовкой; отливкой в гипсовые формы, выдавливанием сквозь отверстие.
3. Отформованные изоляторы или другие фарфоровые изделия сушат для удаления избытка влаги.
4. Глазурь должна иметь температурный коэффициент расширения, близкий к коэффициенту фарфора, иначе она при изменениях температуры будет давать мелкие трещины.

**Задание 9.** *Прослушайте текст. Составьте номинативный план.*

## ФАРФОР

С самого начала развития электротехники фарфор широко использовался как электроизоляционный материал, и по настоящее время он является одним из основных материалов изоляторного производства.

Для изготовления фарфора применяют специальные сорта глин (каолин – высококачественная светлая глина высокой чистоты, а также другие виды огнеупорных пластичных глин) и минералы: кварц и полевой шпат. Технологический процесс изготовления фарфора заключается в очистке от примесей всех составных частей, тщательном их измельчении и перемешивании в однородную массу с водой. Из фарфоровой массы той или иной консистенции различными способами: обточкой, прессовкой, отливкой в гипсовые формы, выдавливанием сквозь отверстие – получают изделия нужной конфигурации. Отформованные изоляторы или другие фарфоровые изделия сушат для удаления избытка воды.

Следующая операция – глазуровка и обжиг. Глазурь – масса, наносимая в виде водной суспензии тонким слоем на поверхность фарфорового изделия. При обжиге глазурь расплавляется и покрывает поверхность фарфора гладким блестящим слоем. Глазурь защищает фарфор от проникновения внутрь неизбежно образующихся в нем пор влаги; глазурованные изоляторы достаточно водостойки, чтобы работать в открытых установках, на воздушных линиях электропередач, подвергаясь действию атмосферных осадков. Глазурь улучшает внешний вид фарфора и позволяет придавать фарфоровым изделиям окраску в желаемый цвет. К гладкой поверхности глазури менее пристают различные загрязнения; глазурь уменьшает ток утечки по поверхности изоляторов и повышает их напряжение перекрытия.

Наконец, глазурь, «заглаживая» трещины и другие дефекты на поверхности фарфора, которые являются местами начала разрушения при механических нагрузках, существенно повышает механическую прочность фарфоровых изделий. Глазурь по своему составу близка к стеклам; ее температура размягчения должна быть несколько ниже температуры обжига, чтобы во время обжига она уже плавилась и хорошо остекловывала поверхность фарфора. Глазурь должна иметь температурный коэффициент расширения  $\alpha_I$ , близкий к  $\alpha_I$  фарфора, иначе она при изменениях температуры будет давать мелкие трещины – ЦЕК.

**Задание 10.** *Расскажите текст сжато по составленному плану.*

**Задание 11.** *Прослушайте текст второй раз и дополните ранее полученную информацию.*

## Занятие 10

### ОБЖИГ

**Задание 1.** Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.

Кристаллическая структура, высоковольтный фарфор, капсель, горны, огнеупорный под, футерованные фартуки, усадка, допуск на размер.

**Задание 2.** Прослушайте словосочетания, повторите их и запишите сокращенно.

Высокая механическая прочность, водостойкость, электроизоляционные свойства, кристаллическая структура, кристаллизационная вода, стекловидная масса, огнеупорная глина, приплавиться к капселю, туннельные печи.

**Задание 3.** Прослушайте словосочетания, измените их по образцу и запишите.

**Образец:** заполняющий промежутки – заполнять промежутки.

Придающий прочность, подвергающий обжигу, выделяющий пар, предохраняющий изделие, поддерживающий температуру, опускающий вагонетку, завышающий размеры.

**Задание 4.** Прослушайте глаголы, образуйте от них существительные и запишите их.

Обжигать, охлаждать, избежать, помешать, предохранять, вынимать, цементировать, расплавить, потерять, допускать, заливать, заполнить, повесить, извлечь, склеивать.

**Задание 5.** Прослушайте глаголы и образуйте от них причастия (действительные или страдательные).

Придать, входить, образовать, связать, подвергать, отапливать, обжигать, содержать, обжечь, выполнить, завышать, требовать, получить, заполнять.

**Задание 6.** Прослушайте предложения, выразите их содержание по-другому и запишите.

1. При обжиге наблюдается усадка вследствие потери составными частями фарфора воды и уплотнение структуры.

2. Песочный затвор служит для устранения подсоса холодного воздуха и для защиты от нагрева металлических деталей вагонетки.

3. Фарфор составляет кристаллы кварца и муллита, промежутки между которыми заполнены стеклообразным материалом.

**Задание 7.** Прослушайте предложения, повторите их по принципу 1+2+3 и запишите.

1. Обжиг придает фарфору высокую механическую прочность, водостойкость и хорошие электроизоляционные свойства.

2. При обжиге глина теряет входящую в ее состав кристаллизационную воду и изменяет кристаллическую структуру фарфора.

3. Печи для обжига фарфора бывают двух типов – прерывного действия (горны) и непрерывного действия (туннельные печи).

*Задание 8. Сократите предложения из задания 7, оставив в них только основную информацию, и запишите их.*

*Задание 9. Прослушайте текст. Составьте номинативный план.*

## ОБЖИГ

Обжиг – важная операция, придающая фарфору высокую механическую прочность, водостойкость и хорошие электроизоляционные свойства. При обжиге глина изменяет кристаллическую структуру и теряет входящую в ее состав кристаллизационную воду; полевой шпат – наиболее легкоплавкая составная часть фарфора – плавится, образуя стекловидную массу, заполняющую промежутки между зернами подвергнутых обжигу глины и кварца, и прочно связывает друг с другом эти зерна. Обжиг фарфоровых изоляторов в зависимости от их размеров может длиться от 20 до 70 часов. При этом собственно обжиг при максимальной температуре (для установочного фарфора 1300-1350°C, для высоковольтного – 1330-1410°C) занимает сравнительно небольшое время; много времени требует постепенный подъем температуры (во избежание повреждения изделий бурно выделяющимися водяными парами и газами), а также медленное охлаждение изделий перед их извлечением из печи (во избежание появления температурных напряжений и трещин). Подвергающиеся обжигу фарфоровые изделия помещаются в печь, отапливаемую мазутом, газом или углем (весьма хороши электрические печи), в изготовляемых из огнеупорной глины (шамота) цилиндрах или коробках, так называемых капселях, чтобы предохранить изделия от непосредственного воздействия пламени, неравномерного нагрева с разных сторон и загрязнения копотью. Поверхность, которой ставится на дно капселя обжигаемое изделие из фарфора или аналогичного керамического материала, должна быть свободна от глазури, иначе изделие приплавится к капселю (в этом можно легко убедиться, рассмотрев доньшко любой чайной чашки).

Печи для обжига фарфора бывают прерывного (горны) и непрерывного действия (туннельные печи). Горн после обжига каждой партии фарфоровых изделий приходится охлаждать для выемки обожженных изделий и загрузки новых. Туннельные печи, в которых обжигаемые изделия на особых вагонетках подаются с одной стороны печи, медленно проходят сквозь печь и выходят с другой стороны, дают возможность непрерывной работы при более высокой производительности. В средней части печи (зона обжига) поддерживается наиболее высокая температура; от середины к концам печи температура постепенно понижается. На фарфоровых заводах применяют туннельные печи длиной свыше 100 м. На огнеупорном полу вагонетки установлены капсели с обжигае-

мыми изделиями; для устранения подсоса в печь холодного воздуха и для защиты от нагрева металлических деталей вагонеток служит песочный затвор, образованный желобами, заполненными песком; в песке скользят связанные с вагонетками фартуки, выполненные из стали и футерованные огнеупорным кирпичом.

При обжиге вследствие потери составными частями фарфора воды и уплотнения структуры наблюдается усадка – значительное (до 20%) уменьшение размеров обжигаемого изделия. Усадка бывает больше в вертикальном направлении, чем в горизонтальном. Исходя из этого, при формовке фарфоровых изоляторов необходимо давать им завышенные размеры против требующихся окончательных размеров готовых изделий. Однако вследствие колебаний состава сырья и режима обжига точно предугадать усадку практически невозможно, а потому фарфоровые изделия изготавливают с большими допусками на размеры (от 2 до 5%). Отдельные фарфоровые детали соединяют друг с другом при помощи склеивания, цементирования, заливки расплавленным легкоплавким металлом, но не способами, которые требуют точности размеров соединяемых деталей.

При рассмотрении в микроскоп образца обожженного фарфора устанавливается его структура: фарфор состоит из кристаллов муллита и кварца, промежутки между которыми заполнены стеклообразным материалом, образовавшимся в основном в результате расплавления полевого шпата. Наличие стекловидной фазы определяет довольно высокую механическую прочность фарфора. Однако при повышении  $t^\circ$  электроизоляционные свойства фарфора сильно ухудшаются, так как стекловидная фаза, полученная из минералов типа полевого шпата, содержащих значительное количество калия и натрия, представляет собой щелочное силикатное стекло.

***Задание 10.** Кратко перескажите текст по составленному плану.*

***Задание 11.** Прослушайте текст второй раз и дополните записанную вами информацию.*

## **Занятие 11**

### **ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

***Задание 1.** Определите значения данных слов и словосочетаний.*

Сплавы металлов, металлический провод, кабель, обмотки электрических машин, трансформатор, резистор, нить лампы накаливания, электролит, плазма.

***Задание 2.** Разберите выделенные слова по составу.*

**Электронагревательный прибор, токопроводящие жилы.**

**Задание 3.** Прочитайте толкование значений слов **дрейф** и **среда**. Определите значения этих слов в данных контекстах.

**Дрейф** – а) Отклонение движущегося судна от курса под влиянием ветра или течения; б) движение чего-нибудь (корабля, льдов), несомого течением.

*Механизм прохождения тока в металлах обусловлен дрейфом свободных электронов под воздействием электрического поля.*

**Среда** – а) Вещество, заполняющее пространство, а также тела, окружающие что-нибудь; б) окружение, совокупность природных условий, в которых протекает деятельность человеческого общества, организмов; в) окружающие социально-бытовые условия, обстановка, а также совокупность людей, связанных общностью этих условий.

*Сильно ионизированный газ при равенстве числа электронов числу положительных ионов в единице объема представляет собой проводящую среду, носящую название плазмы.*

**Задание 4.** Назовите глаголы, от которых образованы следующие существительные.

Проводимость, сопротивление, изготовление, плавление, прохождение, воздействие.

**Задание 5.** Трансформируйте причастные обороты в определительные придаточные предложения.

1. Особый интерес представляют сверхпроводники и гиперпроводники, обладающие очень малым удельным сопротивлением при весьма низких  $t^\circ$ .

2. Ртуть, имеющая  $t^\circ$  плавления около минус  $39^\circ$ , может быть использована в качестве жидкого металлического проводника при нормальной  $t^\circ$ .

**Задание 6.** Прочитайте текст, обращая внимание на смысловую связь между его частями.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

В качестве проводников электрического тока могут быть использованы как твердые тела, так и жидкости, а при соответствующих условиях и газы. Важнейшими практически применяемыми в электротехнике твердыми проводниковыми материалами являются металлы и их сплавы.

Из металлических проводниковых материалов могут быть выделены металлы высокой проводимости, имеющие удельное сопротивление  $\rho$  при нормальной температуре не более  $0,05 \text{ мк Ом} \cdot \text{м}$ , и сплавы высокого сопротивления с  $\rho$  при нормальной температуре не менее  $0,3 \text{ мк Ом} \cdot \text{м}$ . Металлы высокой проводимости используются для проводов, токопроводящих жил кабелей, обмоток электрических машин и трансформаторов. Металлы и сплавы высокого сопротивления применяются для изготовления резисторов, электронагревательных приборов, нитей ламп накаливания.

Особый интерес представляют материалы, обладающие чрезвычайно малым удельным сопротивлением при весьма низких (криогенных) температурах, – сверхпроводники и гиперпроводники.

К жидким проводникам относятся расплавленные металлы и различные электролиты. Для большинства металлов температура плавления высока; только ртуть, имеющая температуру плавления около минус  $39^{\circ}$ , может быть использована в качестве жидкого металлического проводника при нормальной температуре. Другие металлы являются жидкими проводниками при повышенных температурах.

Механизм прохождения тока в металлах – как в твердом, так и в жидком состоянии – обусловлен движением (дрейфом) свободных электронов под воздействием электрического поля; поэтому металлы называют проводниками с электронной электропроводностью или проводниками первого рода.

Проводниками второго рода, или электролитами, являются растворы (в частности водные) кислот, щелочей и солей. Прохождение тока через эти вещества связано с переносом вместе с электрическими зарядами ионов в соответствии с законами Фарадея, вследствие чего состав электролита постепенно изменяется, а на электродах выделяются продукты электролиза. Ионные кристаллы в расплавленном состоянии также являются проводниками второго рода. Примером могут служить соляные закалочные ванны с электронагревом.

Все газы и пары, в том числе и пары металлов, при низких напряженностях электрического поля не являются проводниками. Однако, если напряженность после превзойдет некоторое критическое значение, обеспечивающее начало ударной и фотоионизации, то газ может стать проводником с электронной и ионной проводимостью. Сильно ионизированный газ при равенстве числа электронов числу положительных ионов в единице объема представляет собой особую проводящую среду, носящую название плазмы.

**Задание 8.** Проверьте, правильно ли вы поняли содержание, произведя нужный выбор.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Металлы и их сплавы являются ...                        | а) металлы  |
| 2. Сверхпроводники и гиперпроводники обладают ...          | б) растворы кислот, щелочей и солей   |
| 3. Проводниками 1-го рода называют ...                     | в) важнейшими практически применяемыми в электротехнике твердыми проводниковыми материалами |
| 4. Проводниками 2-го рода, или электролитами, являются ... | г) чрезвычайно малым удельным сопротивлением при весьма низких температурах                 |

**Задание 9.** Составьте и запишите вопросительный план текста. Подготовьтесь к его пересказу с опорой на план.

## Занятие 12

### СВЕРХПРОВОДНИКИ

**Задание 1.** Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.

Криогенная  $t^{\circ}$ , скачок, сверхпроводник, контур, соленоид, диамагнетик.

**Задание 2.** Прочитайте толкование значений глаголов **достичь** и **рассеяться**.

**Достичь (достигнуть)** (чего?)

1. Дойти, доехать до какого-нибудь места.
2. Дожить (перен.).
3. Дойти по своим размерам, весу, до какого-то предела.
4. Приобрести своими усилиями, добиться.

Существительное – *достижение*.

**Рассеяться**

1. Расположиться на большом пространстве, в разных местах.
2. Ослабеть, стать менее плотным, ярким сосредоточенным.
3. В беспорядке разойтись, разбежаться в разные стороны.
4. Исчезнуть, пройти (о чем-то неблагоприятном).
5. То же, что развлечься.

Существительное – *рассеяние* (ко 2 и 5 значениям), *рассеивание* – (ко 2 и 3 значениям).

**Задание 3.** Опираясь на словарные статьи, определите значение выделенных слов в контексте.

Замечена тенденция к рассеянию энергии при пропускании через твердые сверхпроводники переменного тока. Согласно третьему закону термодинамики абсолютный нуль  $t^{\circ}$  принципиально недостижим.

**Задание 4.** Дайте характеристику причастиям (от какого глагола образованы, действ. или страдат., наст. или прош. вр.). Трансформируйте данные словосочетания в конструкции с союзным словом **который**.

**Образец:**  $t^{\circ}$ , приближающаяся к нулю –  $t^{\circ}$ , которая приближается к нулю.

Достигнутая  $t^{\circ}$ ; недостижимый нуль; обладающие сверхпроводимостью сплавы; ток, наведенный в контуре; охлаждающее устройства; обтекаемый током соленоид; электромагнит, не требующий питания; значения, превышающие  $T_c$ ; висящий магнит.

**Задание 5.** Прочитайте микротекст, озаглавьте его. Запишите определение сверхпроводимости температуры сверхпроводникового перехода  $T_c$ .

В 1911 г. голландский ученый Каммерлинг-Оннес обнаружил, что при охлаждении до  $t\ 4,2^{\circ}\text{K}$  сопротивление кольца из замороженной ртути резким скачком падает до чрезвычайно малого, практически не могущего быть изме-



ренным значения. Это исчезновение электрического сопротивления, т.е. появление практически бесконечной удельной проводимости материала, было названо сверхпроводимостью, а температура, при охлаждении до которой совершается переход вещества в сверхпроводящее состояние, – температурой сверхпроводникового перехода  $T_c$ .

**Задание 6.** Прочитайте и озаглавьте микротекст.

В 1933 г. немецкие физики Майснер и Оксенфельд сделали второе фундаментальное открытие в области сверхпроводимости. Они обнаружили, что сверхпроводники при переходе в сверхпроводящее состояние становятся идеальными диамагнетиками, т.е. их магнитная проницаемость скачком падает с  $\mu \approx 1$  до  $\mu \approx 0$ . Поэтому внешнее магнитное поле не проникает в сверхпроводящее тело; если же переход тела в сверхпроводящее состояние произошел в магнитном поле, то поле «выталкивается» из сверхпроводника.

**Задание 7.** Прочитайте текст по абзацам. После прочтения двух смежных абзацев определите их смысловую связь. Проследите эту связь на протяжении всего текста.

## СВЕРХПРОВОДНИКИ

При понижении температуры удельное сопротивление  $\rho$  металлов уменьшается. Представляет особый интерес вопрос об электропроводности металлов при весьма низких (криогенных) температурах, приближающихся к абсолютному нулю. В 1911 г. голландский ученый Каммерлинг-Оннес обнаружил, что при охлаждении до температуры  $4,2^\circ\text{K}$  сопротивление кольца из замороженной ртути внезапно, резким скачком падает до чрезвычайно малого, практически не могущего быть измеренным значения. Это исчезновение электрического сопротивления, т.е. появление практически бесконечной удельной проводимости материала, было названо сверхпроводимостью, а температура, при охлаждении которой совершается переход вещества в сверхпроводящее состояние, – температурой сверхпроводникового перехода  $T_c$ . Переход в сверхпроводящее состояние является обратимым: при повышении температуры до значения  $T_c$  сверхпроводимость разрушается и материал переходит в нормальное (не сверхпроводящее) состояние, приобретая конечное значение удельной проводимости  $\gamma$ . В дальнейшем были обнаружены помимо ртути многие другие материалы, и притом не только чистые металлы, но и различные сплавы и химические соединения, способные при охлаждении до достаточно низкой температуры переходить в сверхпроводящее состояние. Такие материалы получили общее название сверхпроводников. В настоящее время известно уже 27 простых сверхпроводников (чистых металлов) и более тысячи сложных сверхпроводников (сплавов и соединений).

В то же время некоторые вещества, в том числе такие наилучшие (т.е. обладающие наименьшими значениями при нормальной температуре) проводниковые материалы, как серебро и медь, при наиболее низких, достигнутых в настоящее время температурах (порядка тысячных долей кельвина; согласно

третьему закону термодинамики абсолютный нуль температуры принципиально недостижим) перевести в сверхпроводящее состояние не удалось. Интересно отметить, что сверхпроводниками могут быть не только соединения и сплавы металлов, обладающих сверхпроводимостью, но и соединения таких элементов с несверхпроводящими и даже соединения, в состав молекул которых входят исключительно атомы элементов, не являющихся сверхпроводниками.

Явление сверхпроводимости связано с тем, что электрический ток, однажды наведенный в сверхпроводящем контуре, будет длительно циркулировать по этому контуру без заметного уменьшения своей силы, и притом без всякого подвода энергии извне (конечно, если не учитывать неизбежного расхода энергии на работу охлаждающего устройства, которое должно поддерживать температуру сверхпроводящего контура ниже значения  $T_c$ , характерного для данного сверхпроводникового материала); такой сверхпроводящий контур создает в окружающем пространстве магнитное поле, подобно постоянному магниту. Поэтому обтекаемый электрическим током сверхпроводящий соленоид должен представлять собой сверхпроводящий электромагнит, не требующий питания от источника тока. Однако первоначальные попытки изготовить практически пригодный сверхпроводниковый электромагнит заканчивались неудачей. Оказалось, что сверхпроводимость разрушается не только при повышении температуры до значений, превышающих  $T_c$ , но и при возникновении на поверхности сверхпроводника магнитного поля с магнитной индукцией, превышающей индукцию перехода  $B_c$  (в первом приближении безразлично, создается ли индукция  $B_c$  током, идущим по самому сверхпроводнику или же сторонним источником магнитного поля).

В 1933 г. немецкие физики Майснер и Оксенфельд сделали второе фундаментальное открытие в области сверхпроводимости. Они обнаружили, что сверхпроводники при переходе в сверхпроводящее состояние становятся идеальными диамагнетиками, т.е. их магнитная проницаемость скачком падает с  $\mu \approx 1$  до  $\mu \approx 0$ .

Поэтому внешнее магнитное поле не проникает в сверхпроводящее тело; если же переход тела в сверхпроводящее состояние произошел в магнитном поле, то поле «выталкивается» из сверхпроводника. Этот эффект был продемонстрирован в 1935 г. В. Аркадьевым в его знаменитом опыте с висящим магнитом. Когда магнит опускают в чашку из находящегося в сверхпроводящем состоянии материала, этот магнит отталкивается от чашки и остается в уравновешенном состоянии в воздухе, не касаясь чашки. Аналогично можно заставить сверхпроводящее тело висеть над поверхностью магнита.

В 50-х годах были открыты твердые сверхпроводники, представляющие собой сплавы или химические соединения. Некоторые из твердых сверхпроводников обладают не только сравнительно высокой критической температурой перехода  $T_{co}$ , но и весьма высокой критической магнитной индукцией  $B_{co}$ , что дало возможность применять эти материалы для производства сверхпроводниковых электромагнитов, создающих сильные магнитные поля, а также и для других практических целей. Твердые сверхпроводники обладают рядом особенностей: при охлаждении переход в сверхпроводящее состояние происходит

не столь резко, как у мягких сверхпроводников, а на протяжении некоторого температурного интервала; у этих сверхпроводников могут также наблюдаться промежуточные состояния между сверхпроводящим и нормальным и при изменениях магнитной индукции; эффект Майснера-Оксенфельда-Аркадьева у них выражен неполностью, и замечается тенденция к рассеянию энергии при пропускании через них переменного тока, сверхпроводниковые свойства их в большой степени зависят от технологического режима изготовления. Таким образом, некоторые типичные для сверхпроводников свойства у твердых сверхпроводников выражены менее отчетливо, чем у мягких. Тем не менее, именно открытие и дальнейшее совершенствование твердых сверхпроводников благодаря высоким значениям  $T_{с0}$  и, что особенно важно,  $B_{с0}$  вызвало особый интерес к явлению сверхпроводимости и открыло широкие возможности его практического использования. В настоящее время исследование и применение сверхпроводников – одна из фундаментальных проблем физики и техники, над которой работают сотни научных заведений мира.

**Задание 8.** Сократите 1 абзац текста, выразив основную мысль 1-2 предложениями.

**Задание 9.** Найдите абзац текста, в котором объясняется явление сверхпроводимости, перескажите его.

**Задание 10.** Ответьте на следующие вопросы.

1. Кто и когда открыл явление сверхпроводимости?
2. Все ли вещества при наиболее низких температурах можно перевести в сверхпроводящее состояние?
3. При каких условиях разрушается сверхпроводимость?
4. Какое открытие сделали немецкие физики Майснер и Оксенфельд?

**Задание 11.** Расскажите об опыте В. Аркадьева и особенностях твердых сверхпроводников.

### Занятие 13 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Задание 1.** Определите по словарю значение следующих терминов.

Примесь, генератор, керамика, габариты, кибернетика, монтаж, преимущество.

**Задание 2.** Определите, из каких компонентов образованы следующие сложные слова.

Полупроводник, стеклообразный, микроэлектроника, трудоемкий.

**Задание 3.** Назовите слова, от которых образованы:

а) существительные со значением процесса – сокращение, охлаждение, нагревание, свечение;

б) существительные со значением «носитель процессуального признака» – поджигатель, выпрямитель, усилитель, преобразователь;

в) существительные со значением свойства – прочность, долговечность, надежность, экономичность, управляемость, инерционность,

**Задание 4.** Прочитайте определение полупроводников. Перефразируйте его, используя известные вам конструкции.

Большая группа веществ с электронной электропроводностью, удельное сопротивление которых при нормальной температуре лежит между удельными сопротивлениями проводников и диэлектриков, может быть отнесена к полупроводникам.

**Задание 5.** Догадайтесь о значении выделенных слов по смыслу предложений.

1. Необходимо снижать затраты при производстве и эксплуатации электронной аппаратуры.

2. Электропроводность проводников зависит даже от ничтожного количества примеси.

**Задание 6.** Прочитайте микротекст, озаглавьте его.

Используемые в практике полупроводниковые материалы могут быть подразделены на простые полупроводники (элементы), полупроводниковые комплексы, химические соединения и полупроводниковые комплексы (например, керамические полупроводники). В настоящее время изучаются также стеклообразные и жидкие полупроводники.

**Задание 7.** Трансформируйте простое предложение с причастным оборотом в сложное предложение с союзным словом **который**.

Научной задачей, решаемой с помощью микроэлектроники, является создание сложнейших кибернетических систем для использования в народном хозяйстве для освоения космоса, для исследований в биологии и медицине.

**Задание 8.** Прочитайте текст. Определите, какие свойства полупроводников описываются в каждом абзаце.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Большая группа веществ с электронной электропроводностью, удельное сопротивление которых при нормальной температуре лежит между удельными сопротивлениями проводников и диэлектриков, может быть отнесена к полупроводникам. Электропроводность полупроводников в сильной степени зависит от внешних энергетических воздействий, а также от различных примесей,

иногда в ничтожных количествах присутствующих в теле собственного полупроводника.

Управляемость электропроводностью полупроводников посредством температуры, света, электрического поля, механических усилий положена в основу принципа действия соответственно терморезисторов, фоторезисторов, нелинейных резисторов (варисторов), тензорезисторов.

Наличие у полупроводников двух типов электропроводности – электронной (**n**) и электронно-дырочной (**p**) – позволяет получить полупроводниковые изделия **p-n**-переходом. Сюда относятся различные типы мощных и маломощных выпрямителей, усилителей и генераторов. Полупроводниковые системы могут быть с успехом использованы для преобразования различных видов энергии в энергию электрического тока с такими значениями коэффициента преобразования, которые делают полупроводниковые преобразователи сравнимыми с существующими преобразователями других типов, а иногда и превосходящими их. Примерами полупроводниковых преобразователей могут служить солнечные батареи и термоэлектрические генераторы. При помощи полупроводников можно получить и охлаждение на несколько десятков градусов. В последнее время особое значение приобрело рекомбинационное свечение при низком напряжении постоянного тока электронно-дырочных переходов для создания сигнальных источников света и устройств вывода информации из счетно-вычислительных машин.

Полупроводники могут служить также нагревательными элементами (силитовые стержни), с их помощью можно возбуждать катодное пятно в игнитронных выпрямителях (игнитронные поджигатели), измерять напряженность магнитного поля; они могут быть индикаторами радиоактивных излучений.

Использующиеся в практике полупроводниковые материалы могут быть подразделены на простые полупроводники (элементы), полупроводниковые химические соединения и полупроводниковые комплексы (например, керамические полупроводники). В настоящее время изучаются также стеклообразные и жидкие полупроводники. В современной технике особое значение имеют кремний, германий, селен. Полупроводниковыми химическими соединениями являются соединения элементов различных групп таблицы Менделеева, соответствующим общим формулам  $A^{IV}B^{IV}$ , а также некоторые оксиды и вещества сложного состава. К полупроводниковым комплексам можно отнести материалы с полупроводящей или проводящей фазой из карбида кремния, сцепленных керамической или другой связкой. Наиболее распространены тирит и силит. Изготовленные из полупроводниковых материалов приборы обладают рядом преимуществ: 1) большой срок службы; 2) малые габаритные размеры и масса; 3) простота и надежность конструкции, большая механическая прочность; 4) отсутствие цепей накала при замене полупроводниковыми приборами электронных ламп, потребление малой мощности и малая инерционность; 5) экономичность при массовом производстве.

Дальнейшее развитие электроники твердого тела позволило перейти от дискретных полупроводниковых приборов к созданию и освоению производства узлов электронной аппаратуры и схем устройств и приборов в целом. Это

прогрессивное направление техники получило название микроэлектроники. Научной задачей, решаемой с помощью микроэлектроники, является создание сложнейших кибернетических систем для использования в народном хозяйстве, для освоения космоса, для исследований в области биологии и медицины. Техническая задача микроэлектроники сводится к дальнейшему сокращению размеров и массы электронной аппаратуры, увеличению плотности монтажа при одновременном повышении ее долговечности и надежности. Осуществить это возможно только на основе резкого сокращения затрат мощности в электронных схемах на полупроводниковых элементах. Экономическая задача микроэлектроники заключается в существенном сокращении потребности в материалах, трудоемкости и капитальных вложений в производство электронной аппаратуры и приборов, в перевозку деталей и аппаратуры, а также в снижении энергетических затрат при ее производстве и эксплуатации.

**Задание 9.** *Расположите высказывания в логической последовательности.*

а) Электропроводность полупроводников в большой степени зависит от внешних энергетических воздействий, а также от различных примесей.

б) Наличие у полупроводников двух типов электропроводности – электронной (**n**) и электронно-дырочной (**p**) – позволяет получить полупроводниковые изделия с **p-n** -переходом.

в) Полупроводниками называют большую группу веществ с электронной электропроводностью, удельное сопротивление которых при нормальной температуре лежит между удельными сопротивлениями проводников и диэлектриков.

**Задание 10.** *Выразите основную информацию 5 абзаца одним предложением.*

**Задание 11.** *Скажите, в чем состоит: а) научная задача микроэлектроники; б) техническая задача микроэлектроники; в) экономическая задача микроэлектроники.*

**Задание 12.** *Ответьте на вопросы.*

1. От чего зависит электропроводность полупроводников?
2. Что лежит в основе принципа действия приборов, управляемых электропроводностью полупроводников?
3. Какое применение находят полупроводники в технике?
4. Какими преимуществами обладают приборы из полупроводниковых материалов?

**Задание 13.** *Озаглавьте каждый фрагмент текста.*

**Задание 14.** *Самостоятельно опишите методы определения типа электропроводности и параметров полупроводников.*

## Занятие 14

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФЕРРОМАГНЕТИКИ

**Задание 1.** *Определите по словарю следующие термины и терминологические выражения.*

Ферромагнетик, магнитная проницаемость, магнитострикция, коэрцитивная сила, погрешность, градуировка, легирующие элементы, вибратор, пермаллой, феррит.

**Задание 2.** *Обратите внимание на значение слова **компенсация**. Объясните значение этого слова в предложенном контексте.*

**Компенсация** – 1. Вознаграждение за что-нибудь, возмещение. 2. Уравновешивание чего-нибудь нарушенного.

*Термомагнитные сплавы применяются для компенсации температурной погрешности в установках.*

**Задание 3.** *Определите, из каких компонентов образованы следующие слова.*

Магнитоэлектрический, термомагнитный, железокобальтовый, никель-кобальтовый, ультразвуковой, дефектоскоп.

**Задание 4.** *Определите значение слова **стабильный** из контекста.*

Этот сплав недостаточно стабилен в магнитном отношении, он чувствителен к влиянию температуры и механическим напряжениям.

**Задание 5.** *Подберите антонимичные пары из данных глаголов.*

Охлаждать, сохранять, нагревать, снижать, изменять, повышать.

**Задание 6.** *Трансформируйте сложное предложение в простое.*

Более удовлетворительной стабильностью магнитной проницаемости отличается сплав, именуемый изотермой, в состав которого входят железо, никель и алюминий или медь.

**Задание 7.** *Прочитайте фрагмент текста, найдите в нем предложение со значением классификации. Выделите в нем грамматическую конструкцию, по которой оно построено.*

В особую подгруппу можно выделить материалы, применение которых основано на наличии у них тех или иных особенностей магнитных свойств, которые определяются структурой и составом (специальные ферромагнетики). К таким материалам можно отнести: 1) сплавы, отличающиеся незначительным изменением магнитной проницаемости при изменении напряженности поля; 2) сплавы с сильной зависимостью магнитной проницаемости от температуры; 3) сплавы с высокой магнитострикцией; 4) сплавы с особо высокой индукцией насыщения.

**Задание 8.** Расскажите о классификации специальных ферромагнетиков с помощью предложений следующего типа.

К классу относятся, принадлежат

В класс входят, включаются

Класс включает, содержит

следующие подклассы  
(типы, виды, группы)

**Задание 9.** Прочитайте текст. Обратите внимание на то, что переход к описанию подкласса осуществляется с помощью переходных предложений, порядок компонентов в которых определяется развитием мысли от известного (класс) к новому (подкласс).

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ФЕРРОМАГНЕТИКИ

В особую подгруппу можно выделить материалы, применение которых основано на наличии у них тех или иных особенностей магнитных свойств, которые определяются структурой и составом. К таким материалам можно отнести: 1) сплавы, отличающиеся незначительным изменением магнитной проницаемости при изменении напряженности поля; 2) сплавы с сильной зависимостью магнитной проницаемости от температуры; 3) сплавы с высокой магнитострикцией; 4) сплавы с особо высокой индукцией насыщения.

К первым относится сплав, получивший название перминвара. Перминвар представляет собой тройной сплав **Fe-Ni-Co** с содержанием этих компонентов соответственно 25, 45 и 30%. Сплав подвергают обжигу при 1000°C, после чего выдерживают при 400-500°C и медленно охлаждают. Начальная магнитная проницаемость перминвара равна 300 и сохраняет постоянное значение в интервале напряженности поля до 250 А/м при индукции 0,1 Т. Перминвар недостаточно стабилен в магнитном отношении, чувствителен к влиянию температуры и механическим напряжениям. Более удовлетворительной стабильностью магнитной проницаемости отличается сплав, именуемый изопермом, в состав которого входят высокая воспроизводимость характеристик образцов и хорошая механическая обрабатываемость их.

К третьим относятся сплавы с высокой магнитострикцией. В качестве магнитострикционных материалов применяются также чистый никель, обладающий большой отрицательной магнитострикцией, никелькобальтовые сплавы, некоторые марки пармаллоев и различные ферриты. Явление магнитострикции используется в генераторах звуковых и ультразвуковых колебаний. Магнитострикционные вибраторы применяются в технологических установках по обработке ультразвуком хрупких и твердых материалов, в дефектоскопах, а также в устройствах преобразования механических колебаний в электрические.

К четвертым относятся железокобальтовые сплавы, обладающие высокой индукцией насыщения – до 2,4, т.е. большей, чем у всех известных ферромагнетиков; удельное электрическое сопротивление таких сплавов невелико. Сплавы, содержащие от 50 до 70% Со, называются пермендюррами. Пермендюрры могут



применяться вследствие их высокой стоимости только в специальной аппаратуре – в динамических репродукторах, осциллографах, телефонных мембранах.

Ко второй группе относятся термомагнитные сплавы на основе **Ni-Cu**, **Fe-Ni** или **Fe-Ni-Cu**. Указанные сплавы применяются для компенсации температурной погрешности в установках, вызываемой изменением индукции постоянных магнитов или изменением сопротивления проводов в магнитоэлектрических приборах по сравнению с тем значением, при котором производилась градуировка. Для получения ярко выраженной температурной зависимости магнитной проницаемости используется свойство ферромагнетиков снижать индукцию с ростом температуры вблизи точки Кюри. Для этих ферромагнетиков точка Кюри лежит между 0 и 100°C в зависимости от добавки легирующих элементов. Сплав с **Cu** при содержании 30% **Si** может компенсировать погрешности для пределов температуры от –20 до +80°C, а при 40% **Cu** от –25 до +100°C. Наибольшее техническое применение получили сплавы с **Co** (компенсаторы), к достоинствам которых можно отнести полную обратимость свойств в диапазоне изменения температуры от –70 до +70°C.

**Задание 10.** Составьте предложения из данных слов.

- а) Перминвар, сплав, 25% Fe, 45% Ni, 30% Co, состав, входить.
- б) Изотерм, Fe, Al или Cu, сплав, содержать.
- в) Пермендюры, от 50 до 70% Co, железокобальтовые сплавы, включать в себя.

**Задание 11.** Найдите во втором абзаце описание процесса.

**Задание 12.** Определите, какими средствами (повторением тематических слов, союзом, союзным словом, порядком слов или интонацией) связаны между собой предложения в 1 абзаце.

**Задание 13.** Сформулируйте вопросы по содержанию текста и запишите их.

**Задание 14.** Воспроизведите содержание текста, используя в качестве опорных пунктов составленные вами вопросы.

## Занятие 15

### МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Задание 1.** Найдите в словаре и запишите значения следующих слов и словосочетаний.

Ферромагнитный, ферриты, спин электрона, магнитные домены, монокристаллы, магнитная анизотропия, магнитная текстура, магнитострикция, амплитуда.

**Задание 2.** Обратите внимание на различие в значениях слов **скрытный** и **скрытый**. Вставьте в предложение одно из этих слов, подходящее по содержанию.

**Скрытный** – избегающий откровенности, не рассказывающий другим о себе. – *Скрытный человек. Действовать скрытно.*

**Скрытый** – тайный, не обнаруживающийся явно, незаметный. – *В ваших словах есть скрытый смысл.*

*Магнитные свойства материалов обусловлены ... формами движения электрических зарядов, представляющими собой элементарные круговые токи.*

**Задание 3.** Подберите антонимичные пары из следующих глаголов. Образуйте от данных глаголов существительные.

Увеличивать, растягивать, удлинять, сжимать, укорачивать, уменьшать.

**Задание 4.** Обратите внимание на то, что существительные с приставкой **пере-** называют повторность действия или явления, названного мотивирующим словом.

При очень медленном перемагничивании ферромагнитного образца в телефоне можно различать отдельные щелчки.

**Задание 5.** Определите, из каких компонентов образованы данные сложные слова.

Самопроизвольный, ферромагнетизм, монокристалл, макроскопический, поликристалл.

**Задание 6.** Трансформируйте простое предложение с причастным оборотом в сложное предложение с союзным словом **который**.

Монокристаллы ферромагнитных веществ характеризуются магнитной анизотропией, выражающейся в различной легкости намагничивания вдоль разных осей.

**Задание 7.** Прочитайте и озаглавьте микротекст. Запомните буквенные обозначения некоторых физических явлений.

Протекание процессов намагничивания характеризуют кривыми намагничивания  $B(H)$ , имеющими сходный характер для всех ферромагнетиков. Магнитная проницаемость получается по основной кривой намагничивания как отношение индукции  $B$  к напряженности магнитного поля  $H$  в данной точке кривой намагничивания с учетом в системе СИ магнитной постоянной  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Г/м. Магнитную проницаемость  $\mu_1$  при  $H \approx 0$  называют начальной проницаемостью, определяя ее при очень слабых полях порядка 0,1 А/м.

**Задание 8.** Проверьте свое умение прогнозировать содержание текста. Дополните данные предложения.

1. Круговыми токами являются: вращение электронов вокруг собственных ... – электронные спины и орбитальное ... электронов в атомах.

2. Магнитострикция монокристалла железа различна для разных ... в кристалле.

**Слова для справок:** вращение, оси, направления.

***Задание 9.** Прочитайте текст по абзацам. После каждого абзаца ставьте вопросы следующих типов: Какие новые понятия здесь вводятся? Что объясняют эти понятия?*

## МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве магнитных материалов техническое значение имеют ферромагнитные вещества и ферромагнитные химические соединения.

Магнитные свойства материалов обусловлены внутренними скрытыми формами движения электрических зарядов, представляющими собой элементарные круговые токи. Такими круговыми токами являются вращение электронов вокруг собственных осей – электронные спины – и орбитальное вращение электронов в атомах. Явление ферромагнетизма связано с образованием внутри некоторых материалов ниже определенной температуры (точки Кюри) таких кристаллических структур, при которых в пределах макроскопических областей, называемых магнитными доменами, электронные спины оказываются ориентированными параллельно друг другу и одинаково направленными. Таким образом, для ферромагнитного состояния вещества характерна самопроизвольная (спонтанная) намагниченность без приложения внешнего магнитного поля. Однако, хотя в ферромагнетике и образуются самопроизвольно намагниченные области, но направления магнитных моментов отдельных доменов получаются самыми различными, как это вытекает из закона о минимуме свободной энергии системы. Магнитный поток такого тела во внешнем пространстве будет равен нулю. Теоретический, подсчет возможных размеров доменов для некоторых материалов приводит к величинам порядка 0,001-10 мм при толщине пограничных слоев между ними в несколько десятков-сотен атомных расстояний. Существование доменов удалось доказать экспериментально. При очень медленном перемагничивании ферромагнитного образца в телефоне, соединенном через усилитель с катушкой, охватывающей образец, можно различать отдельные щелчки, связанные непосредственно со скачкообразными изменениями индукции. На полированной поверхности намагничиваемого образца ферромагнетика можно обнаружить появление типичных узоров, образующихся с помощью осаждения тончайшего ферромагнитного порошка на границах отдельных доменов; эти узоры получили название фигур Акулова.

Монокристаллы ферромагнитных веществ характеризуются магнитной анизотропией, выражающейся в различной легкости намагничивания вдоль разных осей. Направлением легкого намагничивания для ячейки монокристалла железа будет ребро куба, а наиболее трудного – диагональ; для ячейки никеля направление вдоль ребра куба будет соответствовать направлению трудного намагничивания. В тех случаях, когда анизотропия в поликристаллических

магнетиках выражена достаточно резко, принято говорить, что ферромагнетик обладает магнитной текстурой. Получение заданной магнитной текстуры имеет большое значение и используется в технике для создания в определенном направлении повышенных магнитных характеристик материала.

Процесс намагничивания ферромагнитного материала под влиянием внешнего магнитного поля сводится: 1) к росту тех доменов, магнитные моменты которых составляют наименьший угол с направлением поля, и к усилению размеров других доменов (процесс смещения границ доменов); 2) к повороту магнитных моментов в направлении внешнего поля (процесс ориентации). Магнитное насыщение достигается тогда, когда рост доменов прекратится и магнитные моменты всех спонтанно намагниченных микрокристаллических участков окажутся ориентированными в направлении поля. При намагничивании ферромагнитных монокристаллов наблюдается изменение их линейных размеров; это явление носит название магнитострикции. Магнитострикция монокристалла железа различна для разных направлений в кристалле. Монокристалл железа, намагниченный в направлении ребра куба, удлиняется в направлении диагонали, т.е. сжимается в направлении намагничивания. Магнитострикция наблюдается и у поликристаллических материалов. Из трех основных ферромагнитных элементов наибольшей магнитострикцией обладает никель. Знак магнитострикционной деформации у различных материалов может быть как положительным (растяжение в направлении поля), так и отрицательным; изменение знака может наблюдаться также у одного и того же материала при изменении напряженности магнитного поля.

Протекание процессов намагничивания ферромагнитного материала практически характеризуется кривыми намагничивания  $B(H)$ , имеющими сходный характер для всех ферромагнетиков. Магнитная проницаемость получается по основной кривой намагничивания как отношение индукции  $B$  к напряженности магнитного поля  $H$  в данной точке кривой намагничивания с учетом магнитной постоянной в единицах СИ:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Г/м. Магнитную проницаемость  $\mu_1$  при  $H \approx 0$  называют начальной проницаемостью, определяя ее при очень слабых полях, порядка 0,1 А/м. При наибольшем значении магнитная проницаемость называется максимальной и обозначается  $\mu_{\max}$ . При сильных полях в области насыщения магнитная проницаемость  $\mu$  стремится к единице. Характеристикой ферромагнетиков в переменных магнитных полях является динамическая магнитная проницаемость  $\mu_2$ , представляющая собой отношение амплитудного значения индукции к амплитудному значению напряженности магнитного поля:  $\mu_2 = B_m/H_m$ . С увеличением частоты переменного тока динамическая магнитная проницаемость уменьшается из-за инерционности магнитных процессов.

Магнитная проницаемость ферромагнитных материалов зависит от температуры, переходит через максимум при температурах, близких к точке Кюри.

**Задание 10.** Выберите правильный ответ на вопрос: какое явление носит название магнитострикции?

1. Если поместить некоторые вещества в магнитное поле, они намагничиваются, т.е. приобретают магнитные свойства.

2. В магнитном поле ферромагнитные тела меняют свои линейные размеры, т.е. деформируются.

**Задание 11.** Произведите сокращение первых двух абзацев текста, выделив основную информацию.

**Задание 12.** Введите дополнительную информацию, опираясь на текст.

1. Направления магнитных моментов отдельных доменов получаются самыми различными ...

2. Монокристаллы ферромагнитных веществ характеризуются магнитной анизотропией, выражающейся в ...

3. С увеличением частоты переменного тока динамическая магнитная проницаемость уменьшается из-за ...

**Задание 13.** Запишите номинативный план текста, будьте готовы воспроизвести текст по составленному плану.

**Задание 14.** Запишите формулу динамической магнитной проницаемости  $\mu$ , объясните ее.

## Занятие 16 МАГНИТОДИЭЛЕКТРИКИ

**Задание 1.** Определите по словарю значение данных терминов и терминологических выражений.

Прессовка, альсифер, магнитодиэлектрик, карбонильное железо, феррит, ферромагнетик, фенолоформальдегидные смолы, тороид, сердечник.

**Задание 2.** Подберите из текста существительные к данным прилагательным.

Высокие, магнитные, органическая или неорганическая, сплошная электроизоляционная, положительный (отрицательный) температурный.

**Задание 3.** Укажите глаголы, от которых образованы следующие причастия.

Повышенный, ограниченный, изолирующий, использован, управляемый, размолотый.

**Задание 4.** Составьте словосочетания с данными глаголами.

Характеризовать(ся)	большое удельное электрическое сопротивление
служить	изолирующая связка
связывать	зерно
объяснять(ся)	причины, наличие связки
измерять(ся)	проницаемость
отличать(ся)	высокая стабильность, потери
обладать	ряд преимуществ

**Задание 5.** Образуйте существительные от данных слов.

Толстый, связать, проницаемый, прессовать, сопротивляться, использовать.

**Задание 6.** Сгруппируйте данные слова по словообразовательному признаку.

Прессовка, связка, разновидность, сопротивление, разность, использование, разрыв, применение, сердечник, проницаемость, смесь, выпуск, подоплечник.

**Задание 7.** Замените данные глагольные словосочетания именными.

Применять, карбонильное железо, связывать зерна, измерять магнитную проницаемость, создавать магнитодиэлектрики, потерять значение.

**Задание 8.** Сократите предложения, оставив в них только основную информацию.

1. Магнитодиэлектрики характеризуются эффективной магнитной проницаемостью, которая всегда меньше  $\mu$  ферромагнетика, составляющего основу магнитодиэлектрика.

2. От основы требуется наличие высоких магнитных свойств, от связки требуется способность образовывать электроизоляционную пленку, которая должна быть между зернами сплошной и без разрывов.

**Задание 9.** Прочитайте текст, будьте готовы ответить на вопрос о свойствах магнитодиэлектриков.

## МАГНИТОДИЭЛЕКТРИКИ

Магнитодиэлектрики представляют собой одну из разновидностей магнитных материалов, предназначенных для использования при повышенных и высоких частотах, так как они характеризуются большим удельным электрическим сопротивлением, а следовательно, и малым тангенсом угла магнитных потерь. Магнитодиэлектрики получают путем прессовки порошкообразного ферромагнетика с органической или неорганической связкой, изолирующей

зерна друг от друга. В качестве основы применяют карбонильное железо, размолотый альсифер. Изолирующей связкой служат фенолоформальдегидные смолы, полистирол, стекло. От основы требуется наличие высоких магнитных свойств, от связки – способность образовывать между зернами сплошную, без разрыва электроизоляционную пленку. Такая пленка должна быть по возможности одинаковой толщины и должна прочно связывать зерна между собой.

Магнитодиэлектрики характеризуются эффективной магнитной проницаемостью, которая всегда меньше  $\mu$  ферромагнетика, составляющего основу данного магнитодиэлектрика. Это объясняется двумя причинами: наличием неферромагнитной связки и тем, что магнитную проницаемость магнитодиэлектриков часто приходится измерять у готовых сердечников, а не у тороидов. Сердечники на основе карбонильного железа отличаются достаточно высокой стабильностью, малыми потерями, положительным температурным коэффициентом магнитной проницаемости и могут быть использованы в широком диапазоне частот.

Особенностью сердечников из альсифера является наличие у них отрицательного температурного коэффициента магнитной проницаемости. Это позволяет создавать магнитодиэлектрики из смеси карбонильного железа и альсифера с необходимым уровнем и знаком температурного коэффициента магнитной проницаемости. Магнитная проницаемость магнитодиэлектриков практически неуправляема внешним магнитным полем. В связи с широким выпуском ферритов различных марок, обладающих рядом преимуществ по сравнению с магнитодиэлектриками, последние потеряли свое техническое значение и сохранили ограниченные области применения.

**Задание 10.** Ответьте на вопросы.

1. Что такое магнитодиэлектрики?
2. Для чего применяют карбонильное железо и размолотый альсифер?
3. Какие материалы используются в качестве изолирующей связки?
4. Какие требования предъявляются к основе, связке и электроизоляционной пленке?
5. Что характерно для сердечников на основе карбонильного железа и для сердечников из альсифера?

**Задание 11.** Повторите новые слова и словосочетания, которые вы встретили в тексте. Постарайтесь запомнить их и использовать в задании 12.

**Задание 12.** Расскажите о преимуществах ферритов и об использовании их в технике.

## Занятие 17

### РАЗВИТИЕ РАЗРЯДОВ В ГАЗАХ

**Задание 1.** *Определите по словарю значение следующих терминов и терминологических выражений.*

Ионизированный потенциал, катод, анод, электронная лавина, фотон, ионизация молекул, фотонная ионизация, стример.

**Задание 2.** *Определите, от каких глаголов образованы следующие существительные.*

Пробег, пробой.

**Задание 3.** *Разделите данные слова на синонимы и антонимы.*

Излучать, поглощать, испускать, впитывать, избыточный, недостаточный.

**Задание 4.** *Образуйте страдательные причастия от данных глаголов.*

Разогнать, возбуждать, поглощать, заряжать, направлять, образовать, повышать.

**Задание 5.** *Образуйте существительные от данных глаголов.*

Возбуждать, приложить, соударять, излучать, отщеплять.

**Задание 6.** *Запишите и запомните выражения, противоположные по значению.*

Возбужденное состояние  $\neq$  уравновешенное состояние; беспорядочное движение  $\neq$  упорядоченное движение.

**Задание 7.** *Образуйте словосочетания **существительное + прилагательное**.*

Условие(я)	неблагоприятный
поток(и)	встречный
канал(ы)	разрядный
заряд(ы)	избыточный
лавина	электронный
энергия	избыточный
состояние	возбужденный
столкновение	неупругий



*Задание 8. Прочитайте текст. Будьте готовы рассказать об условиях возникновения стримера и плазмы.*

## РАЗВИТИЕ РАЗРЯДОВ В ГАЗАХ

При приложении поля содержащиеся в газе положительные и отрицательные ионы и электроны, находящиеся в беспорядочном тепловом движении, начинают перемещаться в направлении поля. При этом они получают дополнительную энергию. Если эта энергия достаточно велика, то при столкновении происходит возбуждение атомов и молекул или даже ионизация молекул. Энергию ионизации  $W_{\text{и}}$  обычно характеризуют ионизационным потенциалом  $U_{\text{и}} = W_{\text{и}}/q$ .

Ионизационный потенциал большинства различных газов находится в пределах от 4 до 25 В, что соответствует  $W_{\text{и}} = 4\text{--}25$  эВ. Скорость и соответственно энергия электронов, приобретаемые ими при движении в электрическом поле, определяются в основном характером столкновений электронов с молекулами данного газа. Если электроны в газе при своих столкновениях с молекулами или атомами испытывают относительно большое число неупругих столкновений, что характерно для сложных молекул газа, то для достижения ими энергии, необходимой для ионизации, требуется большая напряженность электрического поля. Прочность такого газа будет выше. Поэтому часто газу с малым ионизационным потенциалом соответствует большая электрическая прочность и наоборот. Соударение положительных ионов с частицами газа даже при энергиях в сотни и тысячи электрон-вольт не приводит к ионизации газа. Объясняется это тем, что электроны имеют значительно большую подвижность и большую длину свободного пробега, чем ионы; энергия, передаваемая положительным ионом электрону при соударении, мала, поэтому условия для отщепления электрона неблагоприятные.

В ряде случаев электрон, разгоняемый электрическим полем, не ионизирует молекулу, а только приводит ее в возбужденное состояние. При переходе в уравновешенное состояние эта молекула отдает свою энергию в виде излучения – испускает фотон. Если этот фотон будет поглощен какой-либо молекулой, то это может привести к ее ионизации. Скорость движения фотона больше, чем скорость движения электронной лавины. В результате этого такая внутренняя фотонная ионизация способствует быстрому развитию в разрядном промежутке канала с повышенной проводимостью газа, так называемого стримера.

Одновременно с ростом стримера, направленного от катода к аноду, начинается образование встречного лавинного потока положительно заряженных частиц, направленного к катоду. Создается разрядный канал в виде плазмы с избыточным положительным зарядом.

Под влиянием ударов положительных ионов на катоде образуется катодное пятно, излучающее электроны. В результате указанных процессов и возникает пробой газа.

**Задание 9.** Ответьте на вопросы.

1. Под воздействием чего перемещаются ионы и электроны в направлении поля?
2. При каком условии происходит возбуждение атомов и молекул?
3. Как определяются скорость и энергия электронов в электрическом поле?
4. Чем объясняется отсутствие ионизации газа при соударении положительных ионов с частицами газа?
5. Когда молекула испускает фотон?
6. Что способствует возникновению (развитию) стримера?
7. При каких условиях возникает плазма?
8. Как возникает пробой газа?

**Задание 10.** Сформулируйте определения приведенным понятиям.

Фотон, фотонная ионизация, пробой газа, свободный пробег, избыточный заряд.

**Задание 11.** Самостоятельно подготовьтесь к контролю по курсу: приведите примеры изменения величины напряжения пробоя от давления наполняющего газа и величины разрядного промежутка. Дайте им объяснение и укажите их практическую ценность

## ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

**Адсорбция** – поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твёрдого вещества или жидкости.

*англ.* – adsorption

*франц.* – adsorption

**Альсифер** – сплав, состоящий из алюминия, кремния, железа (Al, Si, Fe).

*англ.* – Al-Si-Fe alloy

*франц.* – alsifer

**Амплитуда** – наибольшее отклонение колеблющегося тела от нулевого значения величины, колеблющейся по определённом закону.

*англ.* – amplitude

*франц.* – amplitude

**Анизотропия** – зависимость свойств среды (вещества) от направления.

*англ.* – anisotropy

*франц.* – anisotropie

**Анод** – положительный электрод, электрод радио- или электротехнического прибора, характеризующийся тем, что электрический ток направлен к нему.

*англ.* – anode

*франц.* – anode

**Барьер** – 1. Перегородка, поставленная в качестве препятствия на пути (при скачках, беге). 2. Вообще – преграда, препятствие для чего-нибудь.

*англ.* – barrier

*франц.* – barrière

**Вакуум** – состояние разреженного газа в непроницаемом резервуаре.

*англ.* – vacuum

*франц.* – vacuum

**Валентность** – мера способности атома химического элемента образовывать химические связи с другими атомами.

*англ.* – valency

*франц.* – valence

**Вибратор** – часть прибора, аппарата, совершающая ритмические колебания.

*англ.* – vibrator

*франц.* – vibreur

**(Водная) суспензия** – суспензия, у которой дисперсной средой является вода.

*англ.* – suspension

*франц.* – suspension

**Восстановление (восстановить)** – приведение в прежнее нормальное состояние.

*англ.* – restoration

*франц.* – réparation

**Высоковольтный фарфор** – фарфор, используемый в качестве изолятора в электрических установках, предназначенных для работы с напряжением в 1000 В.

*англ.* – porcelain of high voltage

*франц.* – porcelaine de haut voltage

**Выродиться/вырождаться** – ухудшиться в породе, потерять ценные свойства.

*англ.* – degenerate

*франц.* – dégréner

**Габаритные размеры** – предельные внешние очертания предмета.

*англ.* – gabarit

*франц.* – gabarit

**Генератор** – машина для превращения механической энергии в электрическую.

*англ.* – generator

*франц.* – générateur

**Герметический** – непроницаемый для газов и жидкостей.

*англ.* – hermetic

*франц.* – hermétique

**Глазурь** – стекловидное защитно-декоративное покрытие на керамике, закреплённое обжигом.

*англ.* – glaze

*франц.* – glacure

**Горн** – 1. Печь для переплавки металлов или обжига керамических изделий.  
2. Нижняя часть доменной печи, вагранки.

*англ.* – furnace

*франц.* – le bas du creuset

**Градуировка** – метрологическая операция, при помощи которой деления шкалы измерительного прибора придаются с требуемой точностью значения, соответствующие значениям измеряемой величины.

*англ.* – graduation

*франц.* – calibrage

**Диамagnetик** – вещество, обладающее отрицательной магнитной восприимчивостью.

*англ.* – diamagnetic material

*франц.* – matériel diamagnétique

**Диполь** – совокупность двух точечных электрических зарядов, равных по величине и противоположных по знаку, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.

*англ.* – dipole

*франц.* – dipôle

**Диссоциация** – распад частицы (молекулы, иона) на несколько более простых частиц.

*англ.* – dissociation

*франц.* – dissociation

**Диэлектрик** – вещество, основным электрическим свойством которого является способность поляризоваться в электрическом поле.

*англ.* – dielectric

*франц.* – diélectrique

**Заряд электрический** – величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия заряженных частиц.

*англ.* – charge

*франц.* – charge

**Изоляторное производство** – производство изоляторов.

*англ.* – production of insulators

*франц.* – production des isolateurs

**Инерция** – свойство тел сохранять состояние движения или покоя, пока внешняя сила не изменит этого состояния.

*англ.* – inertia

*франц.* – inertie

**Ионизационный потенциал** – физическая величина, определяемая отношением энергии, необходимой для однократной ионизации атома (молекулы), к заряду электрона.

*англ.* – ionization potential

*франц.* – potentiel d'ionisation

**Ионизация (молекул)** – превращение атомов и молекул в ионы.

*англ.* – ionization

*франц.* – ionisation

**Ионная связь** – вид химической связи, в основе которой лежит электростатическое взаимодействие между противоположно заряженными ионами.

*англ.* – ionic bond

*франц.* – liaison ionique

**Исходное состояние** – начальное состояние.

*англ.* – initial position

*франц.* – de depart

**Кабель** – электрический, герметически изолированный провод.

*англ.* – cable

*франц.* – câble

**Каолин** – белая глина высокого сорта.

*англ.* – kaolin

*франц.* – kaolin

**Карбонильное железо** – химическое соединение железа с окисью углерода ( $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ).

*англ.* – carbonyl iron

*франц.* – fer carbonyle

**Кварц** – минерал, одна из разновидностей кремнезёма ( $\text{SiO}_2$ ).

*англ.* – quartz

*франц.* – quartz

**Керамика** – изделия и материалы, полученные спеканием глин и их смесей с минеральными добавками.

*англ.* – ceramics

*франц.* – céramique

**Кибернетика** – наука об общих законах получения, хранения, передачи и переработки информации.

*англ.* – cybernetics

*франц.* – cybernétique

**Ковалентная связь** – вид химической связи, осуществляемой двумя электронами, находящимися в общем владении двух атомов, образующих связь.

*англ.* – covalency bond

*франц.* – liaison covalente

**Конденсатор** – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его ёмкости.

*англ.* – condenser

*франц.* – condensateur

**Консистенция** – понятие, характеризующее состояние вязких жидкостей.

*англ.* – consistence

*франц.* – cohérence

**Контур** – внешнее очертание чего-нибудь.

*англ.* – contour

*франц.* – circuit

**Конфигурация** – взаимное расположение предметов или их частей, образующих какую-нибудь фигуру.

*англ.* – configuration

*франц.* – configuration

**Кристаллическая (ионная) решётка** – пространственное периодическое расположение атомов или ионов в кристалле.

*англ.* – crystal lattice

*франц.* – réseau cristallin

**Легированный металл** – металл, в состав которого добавлены другие металлы для придания определённых свойств.

*англ.* – alloyed metal

*франц.* – métal d'alliage

**Легирующие элементы** – элементы, добавляемые в металл для придания сплавам определённых физических, химических или механических свойств.

*англ.* – alloying elements

*франц.* – éléments d'alliage

**Магнетик** – вещество, обладающее магнитными свойствами.

*англ.* – magnetic

*франц.* – matériel magnétique

**Магнитная проницаемость** – характеризует связь между магнитной индукцией (В) и напряженностью магнитного поля в веществе.

*англ.* – magnetic permeability

*франц.* – magnétique perméabilité

**Магнитное поле** – одна из форм электромагнитного поля; создается движущимися электрическими зарядами и спиновыми магнитными моментами атомных носителей магнетизма.

*англ.* – magnetic field

*франц.* – champ magnétique

**Магнитные материалы** – материалы, применяемые в технике для изготовления магнитопроводов, постоянных магнитов, лент и т.д.

*англ.* – magnetic materials

*франц.* – matériaux magnétiques

**Магнитодиэлектрик** – магнитный материал с большим удельным электрическим сопротивлением

*англ.* – ferrite

*франц.* – magnetodielec

**Магнитострикция** – изменение размеров и формы кристаллического тела при намагничивании.

*англ.* – magnetostriction

*франц.* – magnétostriction

**Металлическая связь** – вид химической связи, в основе которой лежит взаимодействие положительно заряженных ионов, находящихся в узлах кристаллической решетки и свободных электронов.

*англ.* – metal bond

*франц.* – liaison métallique

**Металлоид** – устаревшее название неметаллов.

*англ.* – non-metal

*франц.* – métalloïde

**Металлизация керамики** – покрытие поверхности слоем металла или сплава для сообщения ей физических, химических и механических свойств, отличных от свойств металлизируемого материала.

*англ.* – metallization of ceramics

*франц.* – métallisation de la céramique

**Монтаж** – 1. Сборка и установка машин, сооружений и их частей. 2. Подбор и соединение различных частей чего-нибудь в одно целое.

*англ.* – assembling

*франц.* – assemblage, montage

**Нагревостойкость** – способность материала выдерживать воздействие повышенной температуры без ухудшения свойств в течение определённого времени.

*англ.* – heat resistance

*франц.* – résistance thermique

**Напряжение** – величина, характеризующая силу электрической энергии при движении электрического заряда.

*англ.* – tension

*франц.* – tension

**Напряжённость электрического поля** – разность потенциалов между двумя точками электрической цепи.

*англ.* – electric field strength

*франц.* – l'intensité du champ électrique

**Насыщение (насыщенный)** – содержание в себе предельного количества какого-нибудь растворённого вещества.

*англ.* – saturation

*франц.* – saturation

**Неполярные молекулы (вещества)** – молекулы, у которых центры одинаковых по величине положительных и отрицательных зарядов совпадают.

*англ.* – nonpolar molecules

*франц.* – molécules non polaires

**Обжиг** – нагрев и выдержка при высокой температуре различных материалов для придания им необходимых свойств или удаления примесей.

*англ.* – kiling

*франц.* – cuite

**Обмотка электрических машин** – конструктивный элемент электротехнических устройств; представляет собой определенное количество витков из изолированного провода.

*англ.* – winding of electric machines

*франц.* – enroulements de machines électriques

**Обточить (обточка)** – сделать гладкой поверхность чего-нибудь, обрабатывая на токарном станке.

*англ.* – turning

*франц.* – tournant

**Огнеупорная глина** – глина, способная выдержать, не разрушаясь, очень высокую температуру.

*англ.* – fireclay

*франц.* – argile réfractaire



**Отливка** – изделие, полученное путем литья.

*англ.* – casting

*франц.* – l'opini moulé

**Относительная влажность** – отношение давления пара в воздухе к наибольшему возможному давлению пара.

*англ.* – relative humidity

*франц.* – humidité relative

**Пермаллой** – магнитно-мягкий сплав Ni и Fe с высокой магнитной проницаемостью.

*англ.* – permalloy

*франц.* – permalloy

**Плазма** – ионизированный газ, в котором концентрации положительных и отрицательных зарядов равны.

*англ.* – plasma

*франц.* – plasma

**Погрешность (ошибка)** измерения – отклонение результатов измерения от истинного значения измеряемой величины.

*англ.* – error

*франц.* – écart

**Полупроводник** – вещество, основным свойством которого является сильная зависимость его электропроводности от воздействия внешних факторов.

*англ.* – semiconductor

*франц.* – semi-conducteur

**Поляризация** – смещение электрических зарядов в диэлектрике.

*англ.* – polarization

*франц.* – polarization

**Прессовать (прессовка)** – подвергать давлению пресса, сжимать.

*англ.* – press

*франц.* – compresseur

**Примесь** – вещество, добавляемое в растворы или сплавы.

*англ.* – admixture

*франц.* – adjuvant

**Пробой** – процесс разрушения диэлектрика, в результате чего диэлектрик теряет электроизоляционные свойства в месте пробоя.

*англ.* – breakdown

*франц.* – panne

**Проводимость (электропроводность)** – свойство вещества проводить под действием изменяющегося во времени электрического поля неизменяющийся во времени электрический ток.

*англ.* – electroconductivity

*франц.* – électroconductivité

**Проводник** – 1. Вещество, основным электрическим свойством которого является электропроводность. 2. Вещество, хорошо проводящее через себя или передающее электрический ток.

*англ.* – electroconductor

*франц.* – électroconducteur

**Разность потенциалов** – напряжение.

*англ.* – potential difference

*франц.* – différence de potentiel

**Резистор** – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его электрического сопротивления.

*англ.* – resistor

*франц.* – résistance

**Сегнетоэлектрик** – кристаллический диэлектрик, обладающий самопроизвольной поляризацией, сильно зависящий от внешних воздействий.

*англ.* – ferroelectric

*франц.* – ferroélectrique

**Сердечник** – стержень, который является внутренней частью чего-нибудь, на который навивается, надевается что-нибудь.

*англ.* – core

*франц.* – noyau

**Сверхпроводник** – вещество, основным свойством которого является способность при определённых условиях быть в состоянии сверхпроводимости.

*англ.* – superconductor

*франц.* – supraconducteur

**Скачок** – резкий переход от старого качественного состояния к новому.

*англ.* – jump

*франц.* – sauter

**Соленоид** – проводник, намотанный на цилиндрическую поверхность, по которому течёт электрический ток.

*англ.* – solenoid

*франц.* – solénoïde

**Спин (электрона)** – собственный момент количества движения микрочастицы, имеющий квантовую природу и не связанный с движением частицы.

*англ.* – spin

*франц.* – spin

**Сплав металлов** – вещество из двух металлов, полученное в результате смешения их при плавлении.

*англ.* – alloy

*франц.* – alliage

**Статическое состояние** – внутреннее состояние явлений в отрыве от их развития, движения.

*англ.* – static condition

*франц.* – état statique

**Стример** – узкий светящийся разветвлённый канал, образующийся в предпробойных стадиях искровых и коронных разрядов.

*англ.* – streamer

*франц.* – streamer

**Температура плавления** – температура, при которой твёрдое вещество переходит в жидкое состояние.

*англ.* – melting point

*франц.* – température de fusion

**Тепловая деструкция** – разрушение структуры веществ под действием тепла.

*англ.* – thermal destruction

*франц.* – dégradation thermique

**Трансформатор** – устройство для преобразования свойств энергии.

*англ.* – transformer

*франц.* – transformateur

**Удельное поверхностное сопротивление** – сопротивление квадрата, мысленно вырезанного на поверхности материала, когда ток проходит через квадрат от одной его стороны к противоположной.

*англ.* – surface resistivity

*франц.* – résistivité superficielle

**Удельная электрическая проводимость** – величина, характеризующая проводимость вещества.

*англ.* – specific electric conductivity

*франц.* – conductivité électrique spécifique

**Узел электрической цепи** – место соединения ветвей электрической цепи.

*англ.* – node of an electric circuit

*франц.* – noeud de la circuit électrique

**Упаковка ионов** – расположение ионов в кристаллической решетке.

*англ.* – packing the ions

*франц.* – emballage des ions

**Усадка** – уменьшение в размере, объёме вследствие потери влаги, уплотнения.

*англ.* – shrinkage

*франц.* – retrait

**Фенолоформальдегидные смолы (фенольные смолы)** – продукт поликонденсации фенола с формальдегидом; вязкие жидкости или твёрдые вещества.

*англ.* – phenol-formaldehyde resins

*франц.* – résine phénol-formaldéhyde

**Ферримагнетик** – вещество с ферримагнитными свойствами, т.е. в котором магнитные моменты существующих в кристалле магнитных решёток взаимно не скомпенсированы и создают спонтанный магнитный момент.

*англ.* – ferrimagnetic material

*франц.* – matériau ferrimagnétique

**Ферриты** – неметаллические твёрдые магнитные материалы, представляющие химические соединения оксидов металлов с оксидом железа.

*англ.* – ferrites

*франц.* – ferrites

**Ферромагнетик** – вещество, обладающее ферромагнитными свойствами, т.е. в котором существуют макроскопические объёмы, так называемые домены, магнитные моменты атомов которых параллельны и одинаково ориентированы.

*англ.* – ferromagnetic material

*франц.* – matériau ferromagnétique

**Формовать** – обрабатывая, придавать форму чему-либо.

*англ.* – mold

*франц.* – mouler

**Фотон** – нейтральная элементарная частица с нулевой массой и спином 1; переносчик электромагнитного взаимодействия между заряженными частицами.

*англ.* – photon

*франц.* – photon

**Фотонная ионизация** – ионизация газа, вызванная электромагнитным излучением.

*англ.* – photon ionization

*франц.* – ionisation photon

**Электрическая цепь** – совокупность различных устройств и соединяющих проводников, по которым может протекать электрический ток.

*англ.* – electrical circuit

*франц.* – circuit électrique

**Электрический ток** – направленное движение заряженных частиц; условно за направление электрического тока принимают направление движения положительных зарядов.

*англ.* – electric current

*франц.* – courant électrique

**Электрическое поле** – частная форма проявления электромагнитного поля; создается электрическими зарядами или переменным магнитным полем.

*англ.* – electric field

*франц.* – champ électrique

**Электрическое смещение** – векторная величина, равная геометрической сумме напряжённости электрического поля, умноженной на электрическую постоянную, и поляризованности в той же точке.

*англ.* – electric displacement

*франц.* – déplacement électrique

**Электрод** – конструктивный элемент электронного или электротехнического прибора или устройства, служащий для гальванической связи участка электрической цепи, приходящегося на рабочую среду прибора (газ, жидкость, полупроводник), с внешней цепью.

*англ.* – electrode

*франц.* – électrode

**Электродвижущая сила (ЭДС)** – величина, характеризующая источник энергии неэлектрической природы в цепи, необходимый для поддержания в ней электрического тока; численно равна работе по перемещению единичного положительного заряда вдоль замкнутой цепи.

*англ.* – electromotive force

*франц.* – force électromotrice

**Электропроводность** – свойство вещества проводить под действием неизменяющегося во времени электрического поля неизменяющийся во времени электрический ток.

*англ.* – electroconductivity

*франц.* – conductibilité électrique

**Электролиты** – жидкие или твердые вещества и системы, в которых присутствуют ионы, обуславливающие прохождение электрического тока.

*англ.* – electrolytes

*франц.* – électrolytes

## ЛИТЕРАТУРА

1. Богородецкий Н. П., Пасынков В. В., Тареев Б. М. Электротехнические материалы. – Л.: Энергия, 1985.
2. Электротехнические материалы : Рабочая программа, методические указания по изучению курса и контрольные задания / сост. Е. Д. Дьяков. – Харьков: ХИИГХ, 1989.
3. Электротехнический справочник. Ч. 1-3 / под общ. ред. проф. П. Г. Грудинского и др. – М.: Энергия, 1971.
4. Русско-английский политехнический словарь / под ред. В. В. Кузнецова. – М. : Рус. яз., 1980.
5. Русско-французский словарь / под ред. Л. В. Щербы, М. И. Матусевич. – М., 1955.
6. Русско-французский словарь по радиоэлектронике / сост. П. К. Горохов. – М., 1987.
7. Словарь русской терминологической лексики учебных дисциплин (для иностранных студентов 1-3 курсов) / сост.: И. Н. Золотарева, Л. Ф. Крутовая, А. С. Пономарев, О. В. Хомякова. – Харьков : ХНАГХ, 2007.
8. Чистякова А. Б. Русский язык для иностранных студентов. / А. Б. Чистякова, Э. Н. Джурко, И. П. Петренко. – Харьков : Константа, 2000.

*Навчальне видання*

**КРУТОВА** Лідія Федорівна  
**ЗОЛОТАРЬОВА** Ірина Миколаївна  
**ПОНОМАРЬОВ** Олександр Стефанович  
**ХОМ'ЯКОВА** Ольга Володимирівна  
**ДЬЯКОВ** Євген Дмитрович

## **ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

Навчальний посібник  
з російської мови  
для іноземних студентів 1 курсу  
денної та заочної форм навчання напрямів підготовки:  
6.050701 «Електротехніка та електротехнології»,  
6.050702 «Електромеханіка»  
(Рос. мовою)

Відповідальний за випуск: *О. О. Жигло*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір і верстання *О. С. Пономарьов*

План 2014, поз. 463 М

---

Підп. до друку 22.05.2014 р.  
Друк на ризографі  
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16  
Ум. друк. арк. 3,7  
Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.